

POUR DES VILLES DURABLES : UNE RUE À LA FOIS

Par
Camille Brun

Essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement et développement durable en vue
de l'obtention du grade de maîtrise en environnement (M. Env.)

Sous la direction de Jean-François L. Vachon

MAÎTRISE EN ENVIRONNEMENT
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Juillet 2019

SOMMAIRE

Mots clés : Aménagement durable, biodiversité urbaine, développement durable, échelle humaine, gestion de l'eau, milieu urbain, mobilité durable, rue, sécurité

Les rues agissent comme fils conducteurs de la ville. Les repenser afin qu'elles s'adaptent à leur contexte et qu'elles répondent aux problématiques actuelles de notre société est essentiel pour créer des milieux urbains de qualité. Dans cet ordre d'idées, l'objectif principal de cet essai est d'analyser les enjeux d'aménagement durable se rattachant à l'échelle de la rue dans le but d'émettre des recommandations d'aménagement et de design urbain pour la conception de nouvelles rues.

Tout d'abord, la mise en contexte expose les problématiques urbaines actuelles au Québec qui peuvent avoir une répercussion sur l'échelle de la rue. L'un des plus grands défis actuels est la lutte et l'adaptation aux changements climatiques. Également, le vieillissement de la population, la structure des ménages et les modes de vie de plus en plus sédentaire nécessitent une modification de la façon d'aménager les villes. À cela s'ajoute le phénomène d'étalement urbain, la dépendance à l'automobile, la minéralisation des surfaces et la perte de biodiversité en milieu urbain qui présente des défis supplémentaires. De plus en plus de municipalités tentent de concevoir différemment les rues afin qu'elles répondent mieux aux enjeux sociaux et environnementaux actuels. Le deuxième chapitre de cet essai présente donc des propositions d'aménagement et des exemples de cas inspirants tirés de la littérature. L'aménagement de la rue est abordé sous les enjeux de mobilité durable, de sécurité pour les différents usagers, de gestion durable des eaux de ruissellement, de biodiversité et d'espace public. Ce chapitre sert de référence et de source d'inspiration pour l'intégration de meilleures pratiques dans la conception de nouvelles rues.

Par la suite, le *Guide de conception et de préparation de projets en infrastructures* de la Ville de Bromont est analysé afin d'en faire ressortir les forces, les faiblesses, les potentiels et les contraintes face aux enjeux de développement durable qui ont précédemment été abordés. La ville a refait récemment diverses documentations d'urbanisme qui s'inscrivent dans une optique de développement durable. Cependant, le guide analysé n'expose pas clairement les visions de la ville telles que la priorité aux déplacements actifs et la protection de l'environnement. D'ailleurs, il semble axé principalement sur la chaussée et non sur l'emprise totale de la rue. À la suite de cela, trois recommandations sont émises pour la Ville de Bromont : revoir le guide pour qu'il offre des directives pour l'emprise totale de la rue, classifier les rues selon leur usage et intégrer des pratiques de gestion optimale des eaux de pluie à même les rues des secteurs fortement minéralisés. Enfin, quatre propositions de rue ont été réalisées pour les nouveaux développements de la ville basée sur le contexte et des exemples d'aménagements exemplaires.

REMMERCIEMENTS

J'ai eu l'occasion, au cours de ma maîtrise, de côtoyer de nombreux collègues de classe et professeurs qui m'ont permis de me questionner et d'élargir ma vision, autant sur les aspects environnementaux que sociétaux. Je tiens donc à les remercier pour cette expérience enrichissante.

Je tiens à remercier tout particulièrement mon directeur de rédaction, Jean-François L. Vachon, qui a accepté de prendre part à ce projet. Merci de ton enthousiasme dès le premier jour. Merci de m'avoir guidé tout au long de ma rédaction, d'avoir pris le temps de discuter avec moi des différents enjeux se rattachant à la rue, pour tes commentaires et merci pour ta patience.

Je voudrais aussi remercier ma famille et mes amis qui m'ont soutenu et encouragé tout au long de ma maîtrise et qui ont toujours cru en moi.

Finalement, merci à Sarah pour ton support moral tout au long de ma rédaction.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
1. MISE EN CONTEXTE	3
1.1 Enjeux climatiques	3
1.1.1 Cause des changements climatiques	3
1.1.2 Impact des changements climatiques	5
1.2 Enjeux sociodémographiques	8
1.3 Enjeux d'aménagement	11
1.3.1 Étalement urbain	11
1.3.2 Utilisation de l'automobile	14
1.3.3 Minéralisation des surfaces	15
1.3.4 Perte de biodiversité	16
2. LA RUE COMME UNE DES SOLUTIONS AUX ENJEUX DE DURABILITÉ DES VILLES	18
2.1 La rue comme premier outil vers la mobilité durable	20
2.1.1 Rues multimodales	22
2.2 La rue sécuritaire pour tous	23
2.2.1 Vitesse automobile	24
2.2.2 Intersections sécuritaires	25
2.3 La rue comme outil de gestion durable de l'eau	29
2.3.1 Arbres de rue	31
2.3.2 Zones de biorétention	31
2.3.3 Noues	32
2.3.4 Surfaces perméables	33
2.4 La rue comme outil pour favoriser la biodiversité urbaine	34
2.4.1 Verdissement des rues	35
2.4.2 Corridors de biodiversité	36
2.5 La rue comme espace public	37
2.6 Exemples de cas inspirants	40
2.6.1 Le réaménagement du boulevard St Joan	40
2.6.2 La transformation en rue piétonne de la rue Strøget	41
2.6.3 Le projet de gestion de l'eau <i>SEA Street</i>	42
2.6.4 La rue Saint-Maurice à Trois-Rivières	43
2.6.5 L'avenue Papineau à Montréal	44
3. ANALYSE DE CAS	46
3.1 Mise en contexte	46
3.2 Méthodologie	47
3.3 Analyse	48

3.3.1	Incitation au transport actif : la marche et le vélo	48
3.3.2	Incitation au transport en commun	50
3.3.3	Intersections sécuritaires	50
3.3.4	Apaisement de la circulation.....	50
3.3.5	Infrastructures vertes et gestion de l'eau	52
3.3.6	La rue comme espace public.....	53
4.	RECOMMANDATIONS	57
4.1	Prévoir des directives pour l'emprise totale de la rue	57
4.2	Classifier les rues selon leur usage	58
4.3	Intégrer des pratiques de gestion optimale des eaux de ruissellement dans les secteurs fortement minéralisés	59
4.4	Proposition de coupes types pour les nouvelles rues	60
	CONCLUSION	66
	RÉFÉRENCES	68
	ANNEXE 1 : PLAN GÉNÉRAL DE HIÉRARCHIE ROUTIÈRE DE LA VILLE DE BROMONT	75
	ANNEXE 2 : FICHE DESCRIPTIVE DE L'AIRE DE PAYSAGE PDA10 PRIORITAIRE.....	76

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Figure 1.1	Répartition des ménages privés selon la taille, 1976-2016	9
Figure 1.2	Effectifs de la population selon les groupes d'âge au Québec, 2006-205	9
Figure 1.3	Distance moyenne parcourue par différents modes de transport en 10 minutes.....	14
Figure 1.4	Le cycle hydrologique	15
Figure 2.1	Rue axée sur l'automobile et rue multimodale	23
Figure 2.2	Relation entre la vitesse d'impact et le risque de décès, à gauche, et relation entre la vitesse et la distance de freinage, à droite.....	25
Figure 2.3	Points de conflits potentiels selon la configuration de l'intersection	26
Figure 2.4	Intersection surélevée avec saillies de trottoir	27
Figure 2.5	Refuge piéton.....	28
Figure 2.6	Dutch intersection	28
Figure 2.7	Réseau d'égout unitaire, à gauche, et réseau d'égout séparatif, à droite	29
Figure 2.8	Zones de biorétention	32
Figure 2.9	Noue engazonnée et noue végétalisée	33
Figure 2.10	Avantages du verdissement	36
Figure 2.11	Le corridor écologique Darlington.....	37
Figure 2.12	Principes d'aménagement pour des rues à échelle humain.....	39
Figure 2.13	Placotoir de la Place De Castelnau	40
Figure 2.14	Coupe du boulevard St Joan	41
Figure 2.15	Photo du boulevard St Joan	41
Figure 2.16	La rue Strøget avant et après sa transformation en rue piétonne	42
Figure 2.17	Projet de rue SEA street à Seattle.....	43
Figure 2.18	Scénario choisi à l'interne	43
Figure 2.19	Le grand projet de la rue Saint-Maurice	44
Figure 2.20	Coupe de l'avenue Papineau.....	45
Figure 4.1	Zones prioritaires de développement	60
Figure 4.2	Proposition de rue résidentielle 1	62
Figure 4.3	Proposition de rue résidentielle 2	63
Figure 4.4	Proposition de rue mixte 1	64
Figure 4.5	Proposition de rue mixte 2	65
Tableau 1.1	Cibles de réduction des émissions de gaz à effet de serre du Canada et du Québec	4
Tableau 1.2	Répartition des municipalités et de la population selon la taille des municipalités, Québec, 1er juillet 2017.....	8
Tableau 1.3	Les causes de l'étalement urbain	12
Tableau 1.4	Les conséquences de l'étalement urbain	13

Tableau 2.1	Exemple de documentation sur l'aménagement durable de la rue	19
Tableau 2.2	Causes courantes de décès dus à la circulation et aménagement	24
Tableau 2.3	Principes d'aménagement du territoire pour favoriser une gestion adéquate des eaux pluviales	30
Tableau 2.4	Services écosystémiques pertinents en contexte urbain.....	35
Tableau 3.1	Indicateurs et points d'intérêts pour l'analyse FFPC	48
Tableau 3.2	Largeur des voies selon le type de rue	51
Tableau 3.3	Tableau résumé de l'analyse FFPC	55
Tableau 4.1	Identification des types de rues	58
Tableau 4.2	Tableau de la hiérarchie proposée en fonction des usages	59

LISTE DES ACRONYMES, DES SYMBOLES ET DES SIGLES

ASPQ	Association pour la santé publique du Québec
AVC	Accident vasculaire cérébral
CEUM	Centre d'écologie urbaine de Montréal
CH ₄	Méthane
CO ₂	Dioxyde de carbone
COP21	21 ^e Conférence des parties
EM	Évaluation des écosystèmes pour le millénaire
FFPC	Forces, Faiblesses, Potentiels et Contraintes
GDCI	<i>Global Designing Cities Initiative</i>
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
ISQ	Institut de la statistique du Québec
MAMROT	Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire
MDDEFP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs
MELCC	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MRC	Municipalité régionale de comté
N ₂ O	Protoxyde d'azote
NACTO	<i>National Association of City Transportation Officials</i>
O ₃	Ozone
OECD	Organisation de coopération et de développement économiques
OMS	Organisation mondiale de la santé
ONERC	Observatoire national sur les Effets du Réchauffement Climatique
ONU	Organisation des Nations Unies
PGO	Pratique de gestion optimale
ppm	Parties par million
PPU	Programme particulier d'urbanisme
SAAQ	Société de l'assurance automobile du Québec
SE	Services écosystémiques
SEA	<i>Street Edge Alternatives</i>
SQRC	Secrétariat du Québec aux relations canadiennes
TCAT	<i>The Centre for Active Transportation</i>
WRI	<i>World Resources Institute</i>

LEXIQUE

Adaptation	« Ajustement des systèmes naturels ou des systèmes humains aux stimuli climatiques et à leurs effets afin d'en atténuer les inconvénients ou d'en exploiter les avantages. On distingue l'adaptation spontanée, autonome, anticipée et planifiée. » (DesJarlais et al., 2010, p. 121)
Biorétention	« Mode de gestion des eaux pluviales consistant à utiliser les sols et les végétaux pour retenir et filtrer les eaux de ruissellement. » (Observatoire de néologie du Québec, 2011)
Déplacements actifs	« Déplacements, généralement utilitaires, pour lesquels l'énergie est fournie par l'être humain par le biais d'un effort musculaire sur le parcours qui mène à sa destination. » (Collectivités viables, s. d.)
Mobilité	« Concept regroupant l'ensemble des considérations liées au déplacement des personnes, dont leur capacité à se déplacer. Elle dépasse donc la notion de transport, qui décrit l'organisation logistique optimale des flux dans l'espace et le temps. Les technologies mobiles de l'information représentent un prolongement potentiel de la mobilité physique des personnes, leur permettant d'établir des liens sans égard au lieu où il se trouve. » (Collectivités viables, s. d.)
Mobilité durable	« Approche de la mobilité axée sur la mise en œuvre de politiques d'aménagement et de gestion du territoire destinées à satisfaire les besoins de libre déplacement des membres d'une société, dans une perspective de développement durable. » (Office québécois de la langue française, 2017a)
Résilience	« Capacité interne dont est doté un système pour agir dans un environnement turbulent et incertain. » (Da Cunha et Thomas, 2017, p. 8)
Vulnérabilité	« Mesure dans laquelle un système est sensible et incapable de faire face aux effets défavorables des changements climatiques, y compris la variabilité et les événements extrêmes. » (DesJarlais et al., 2010, p. 123)

INTRODUCTION

« Rethinking how we create our built environment is critical in lessening our dependence on oil and minimizing our carbon footprint. » (Newman, Beatley et Boyer, 2017, p. 9)

Les rues sont des éléments conducteurs de la ville, ainsi que des milieux de vie pour les citoyens. Les repenser afin qu'elles s'adaptent à leur contexte et qu'elles intègrent les enjeux actuels des problématiques sociales et environnementales est essentiel pour créer des milieux de vie sains.

Depuis l'arrivée de l'automobile, la confection des rues a principalement suivi l'évolution de cette industrie. En effet, ces infrastructures devaient répondre à l'enjeu principal de l'époque, la mobilité individuelle (Poitras, 2015). Cela afin de fournir une certaine qualité de vie aux citoyens. À l'ère où les changements climatiques sont l'enjeu principal de la société moderne, et qu'ils menacent la qualité de vie des citoyens, les rues ne répondent plus au principal enjeu qui influe sur le bien-être de la population. Dans les milieux urbains, où l'on retrouve la majorité de la population, elles ont un potentiel énorme d'offrir un milieu de vie de qualité à ces citoyens, de lutter contre les changements climatiques et de s'adapter aux impacts de ces dérèglements climatiques.

Le Québec est constitué d'un réseau routier d'environ 319 000 kilomètres (km). Parmi ces routes, 101 000 km sont de la responsabilité des municipalités, ce qui représente près de 32 % du réseau routier total (Whitmore et Pineau, 2018). De plus, la durée de vie moyenne des routes se situe entre 28 et 30 ans (Statistique Canada, 2018). Dans une optique de développement durable, la construction de nouvelles rues et la réfection de celles en fin de vie est une opportunité d'aménagement durable. Ainsi, si les routes construites aujourd'hui ne sont pas adaptées aux enjeux actuels, nous en subirons les conséquences pour les 30 prochaines années, qui sont d'ailleurs cruciales pour la transition écologique. Divers acteurs font état de l'urgence, comme le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) qui affirme que « pour limiter le réchauffement planétaire à 1,5 °C, il faudrait modifier rapidement, radicalement et de manière inédite tous les aspects de la société [...] ». » (GIEC, 2018)

Créer un milieu de vie respectueux de l'environnement par le biais de l'aménagement des infrastructures urbaines, c'est aussi inciter la population à participer à la transition écologique. En effet, si l'éducation de la population et sa sensibilisation aux valeurs de protection de l'environnement sont primordiales, elles peuvent être soutenues et facilitées par la confection d'un environnement qui influe sur le mode de vie des usagers. Faciliter l'accès à un mode de vie durable et ainsi ancrer ces valeurs cruciales dans le quotidien permettra une transition d'autant plus simple et cohérente.

L'objectif principal de cet essai est d'analyser les enjeux d'aménagement durable se rattachant à l'échelle de la rue dans le but d'émettre des recommandations d'aménagement et de design urbain pour la conception de nouvelles rues. Afin de répondre à l'objectif principal, des objectifs spécifiques ont été

élaborés. Premièrement, dresser une mise en contexte des problématiques urbaines actuelles au Québec qui peuvent avoir une répercussion sur l'échelle de la rue. Deuxièmement, faire une revue de littérature des meilleures pratiques d'aménagement et de design sur les enjeux de mobilité, de sécurité, de gestion de l'eau, de biodiversité et de milieu de vie adaptés à l'humain liés à l'échelle de la rue. Troisièmement, analyser le *Guide de conception et de préparation de projets en infrastructures* de la Ville de Bromont afin d'en faire ressortir les forces, les faiblesses, les potentiels et les contraintes face aux enjeux exposés dans la revue de littérature. Enfin, proposer des recommandations et concevoir des modèles de rue type s'adaptant à leur contexte environnemental et social.

Des sources d'informations de type secondaire sont utilisées pour la rédaction de cet essai. La revue de littérature tire son information de la littérature existante, sous forme de livres, de revues scientifiques, de guides d'urbanisme, de rapports et d'exemples de projets réels. La validité des sources est vérifiée selon la date de publication, la crédibilité des auteurs et la diversité et la qualité des sources citées.

Afin d'atteindre les objectifs ci-dessus mentionnés, cet essai est séparé en quatre chapitres. Les deux premiers chapitres ont une portée théorique plus large, qui peut servir d'appui aux municipalités québécoises lors de leur exercice de réaménagement de rue existante ou de conception de nouvelle rue. Les deux derniers chapitres se penchent plus particulièrement sur la Ville de Bromont, mais l'exercice peut être transposé à d'autres municipalités.

Le premier chapitre présente une mise en contexte des diverses problématiques des milieux urbains actuels au Québec. Pour ce faire, une revue de littérature expose les enjeux climatiques, sociodémographiques et d'aménagement qui façonne aujourd'hui les municipalités du Québec. Le second chapitre aborde divers thèmes pouvant être traités dans le contexte de la construction et de l'aménagement des rues. Les thèmes traités sont : la rue comme premier outil vers la mobilité durable, la rue sécuritaire pour tous, la rue comme outil de gestion durable de l'eau, la rue comme outil pour favoriser la biodiversité urbaine et la rue comme espace public. Des exemples d'aménagements sont exposés à travers le chapitre et des exemples de cas inspirant sont présentés à la fin du chapitre. Le troisième chapitre analyse le *Guide de conception et de préparation de projets en infrastructures* de la Ville de Bromont selon les éléments abordés dans le second chapitre. L'analyse suit la méthode FFPC (force, faiblesse, potentiel, contrainte) en étudiant le guide, mais également des politiques, règlements et orientations de la ville. Finalement, le dernier chapitre présente des recommandations pour la conception des nouvelles rues de la Ville de Bromont et des aménagements de rue type sont proposés.

1. MISE EN CONTEXTE

Dans l'objectif de concevoir des rues qui correspondent aux besoins des citoyens, il faut avant tout se pencher sur les problématiques auxquelles elles doivent répondre. Ce chapitre agit donc comme préambule au travail de recherche effectué dans le second chapitre, qui présentera des aménagements permettant d'améliorer la qualité des rues dans un contexte urbain. Ainsi, la première partie de cet essai expose différents phénomènes qui affectent la résilience des milieux urbains actuels au Québec. Pour ce faire, les sections qui suivent se concentrent sur les enjeux sociaux et environnementaux qui influencent la qualité de vie des citoyens à travers trois thèmes : enjeux climatiques, enjeux sociodémographiques et enjeux d'aménagement.

1.1 Enjeux climatiques

Bien qu'il soit normal pour le système terrestre de subir des modifications climatiques, depuis quelques décennies, les changements sont si accélérés par les actions anthropiques qu'il est difficile de s'y adapter. Ces événements sont complexes à prévoir et les milieux urbains n'y sont pas préparés. Ainsi, la résilience des milieux de vie est en péril.

1.1.1 Cause des changements climatiques

Depuis le début de son existence, l'Homme a modifié l'environnement dans lequel il s'installait. C'est cependant dans le dernier siècle que ces changements ont eu le plus d'impact sur l'ensemble du système terrestre. En effet, avec l'industrialisation, les concentrations de gaz à effet de serre (GES) ont drastiquement augmenté, et continuent leur progression depuis. D'ailleurs, les zones urbaines sont responsables de la majorité des émissions de GES, notamment étant donné leur grande concentration de population et la perturbation au système naturel qu'elles génèrent.

« À l'heure actuelle, les 40 000 villes et métropoles du monde émettent 70 % de la quantité totale de gaz à effet de serre et consomment entre 60 % et 80 % de l'énergie mondiale, alors qu'elles représentent moins de 1 % des terres émergées » (Da Cunha et Thomas, 2017, p. 18).

Les GES contribuent au réchauffement planétaire en conservant la chaleur près de la surface terrestre. La vapeur d'eau, le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), le protoxyde d'azote (N₂O) et l'ozone (O₃) sont présents naturellement dans l'atmosphère. Ensemble, ils contribuent à l'effet de serre, essentiel à la survie des espèces. Sans ce phénomène, la température terrestre moyenne serait de -18 °C (Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques [MELCC], s. d.a). Grâce à ces gaz, une partie des rayonnements infrarouges est gardée dans les basses couches de l'atmosphère. Ainsi, la température terrestre moyenne est de 15 °C, ce qui a permis à la vie sur terre de se développer (Atlas Climatique du Canada, s. d.).

L'augmentation des GES de nature anthropique cause des dérèglements climatiques affectant notre milieu de vie. En effet, « la concentration du dioxyde de carbone a augmenté de 40 % depuis l'époque préindustrielle » (GIEC, 2013, p. 11). Ces augmentations sont notamment causées par l'utilisation de combustibles fossiles et la modification de l'utilisation des sols (GIEC, 2013). De plus, les GES sont émis plus rapidement que le système n'est capable de les éliminer et les émissions actuelles s'accumulent avec les émissions passées. Par conséquent, même si nous cessions aujourd'hui tout rejet, les concentrations de CO₂ diminueraient, mais sur une longue période, continuant ainsi à provoquer des dérèglements climatiques pendant encore plusieurs décennies. (Stone, 2012)

Au lendemain de la 21^e Conférence des parties (COP21), de nombreux pays ont pris des engagements pour réduire leurs émissions de GES afin de limiter le réchauffement planétaire en deçà de 2 °C d'ici 2100 (Gouvernement du Canada, 2016). Le tableau 1.1 présente les cibles de réduction des émissions de GES soutenant l'Accord de Paris auquel le Canada a adhéré en 2015. Selon les données du *World Resources Institute* (WRI), le Canada se trouve parmi les dix plus grands pays/régions émettrices avec 1,6 % des émissions mondiales en 2013, d'où l'importance d'agir (Environnement et Changement climatique Canada, 2017). Alors que le Canada s'est fixé un objectif pour 2030, le Québec a pris des engagements de réduction des émissions échelonnés sur quatre dates. Bien que la cible de 2012 ait été atteinte, les prochaines cibles représentent un grand défi. En 2016, la province avait réduit ses émissions de 9,1 % par rapport à 1990, ce qui représente moins de la moitié de la prochaine cible, qui est en 2020 (MELCC, 2018). Les chiffres démontrent que même si des objectifs ont été fixés, les actions mises en place ne sont pas encore suffisantes.

Tableau 1.1 Cibles de réduction des émissions de gaz à effet de serre du Canada et du Québec

Cible	Résultat ou progression
Gouvernement du Canada (Environnement et Changement climatique Canada, 2018)	
Objectif 2030 : Réduction de 30 % sous les niveaux de 2005	2016 : Réduction de 3,8 % par rapport à 2005
Gouvernement du Québec (MELCC, s. d.b; MELCC, 2018)	
Cible 2012 : Réduction de 6 % sous le niveau de 1990	2012 : Réduction de 8 % par rapport à 1990
Cible 2020 : Réduction de 20 % sous le niveau de 1990	2016 : Réduction de 9,1 % par rapport à 1990
Cible 2030 : Réduction de 37,5 % sous le niveau de 1990	
Objectif 2050 : Réduction de 80 à 95 % sous le niveau de 1990	

Le GIEC est clair sur les actions qu'il faut prendre afin de lutter contre les changements climatiques. « *In order to limit global warming at any level, we must reach zero global carbon dioxide (CO₂) emissions* » (Bazaz et al., 2018, p. 8). Les actions doivent être prises maintenant. Le net zéro devra être atteint d'ici 30 ans afin d'avoir une chance sur deux de limiter l'augmentation à 1,5 °C et d'ici 20 ans pour faire augmenter les chances à deux sur trois. (Bazaz et al., 2018)

1.1.2 Impact des changements climatiques

Les changements climatiques menacent l'ensemble des espèces du vivant. Certaines espèces ne seront pas en mesure de s'adapter à ces changements de température, alors que d'autres verront leur habitat grandement perturbés (Bazaz et al., 2018). De plus, les milieux urbains sont particulièrement vulnérables aux changements climatiques. Bien que ce phénomène soit mondial, c'est dans les villes que les conséquences des aléas climatiques sont davantage ressenties.

« Les villes présentent une vulnérabilité particulière compte tenu d'une forte concentration de population et du regroupement d'infrastructures et de biens matériels sur leur territoire et elles sont très sensibles à toute évolution brusque de leur environnement naturel ou socio-économique » (Observatoire national sur les Effets du Réchauffement Climatique [ONERC], 2010, p.7)

Augmentation des températures

Si les tendances se maintiennent, les émissions de GES continueront d'augmenter et « la concentration atmosphérique de GES pourrait atteindre 685 parties par million (ppm) d'ici à 2050 » (Organisation de coopération et de développement économiques [OECD], 2012). Cela aura pour conséquence d'augmenter la température planétaire moyenne de 3 °C à 6 °C par rapport aux niveaux préindustriels (OECD, 2012). Or, les impacts des changements climatiques se font déjà ressentir, alors que la barre 1 °C d'augmentation à l'échelle planétaire vient tout juste d'être atteinte (Bazaz et al., 2018). Ils ont des répercussions sociales, économiques et environnementales (Yagouti, Boulet, Vincent, Vescovi et Mekis, 2008). De plus, « Les problématiques liées à la chaleur se produisent principalement en milieu urbain dans le Sud du Québec » (Larrivée, Sinclair-Désgagné, Da Silva, Revéret et Desjarlais, 2015).

Même si l'augmentation est de 1 °C à l'échelle mondiale, elle peut être plus ou moins élevée selon les régions. Des études menées spécifiquement au Québec démontrent que l'augmentation des températures est plus importante dans le nord que dans le sud du Québec, et qu'elles sont plus fortes en hiver qu'en été. Les auteurs se sont basés sur les données de 53 stations météorologiques réparties sur le territoire du Québec entre 1960 et 2005. Ils ont pu constater que les augmentations des températures de l'air varient entre 0,8° et 1,6 °C pour la période de 1960 à 2005. Les augmentations sont plus prononcées en hiver et en été qu'au printemps et à l'automne. Les températures maximales hivernales ont augmentées de 1,5° à 2,5 °C de 1960 à 2005. Également, il y a eu moins de jours avec des températures diurnes extrêmement basses alors qu'il y a eu plus de jours avec des températures dans l'extrême de hautes températures. Cela a pour effet de modifier les dynamiques du climat hivernal. (Yagouti et al., 2008)

En été, les vagues de chaleur seront plus fréquentes et se tiendront sur une plus longue période. Cela a comme effet d'augmenter la vulnérabilité de certains groupes de la population comme les personnes âgées et les jeunes enfants, mettant ainsi leur santé en danger. Les coups de chaleur et la déshydratation ont plus

de chance de survenir lorsque les températures sont élevées pendant une longue période ou que les températures nocturnes restent élevées (Larrivée et al., 2015). De plus, les demandes en climatisation sont accrues dans ces moments, ce qui augmente la demande en énergie et contribue à réchauffer l'air à l'échelle locale considérant que les appareils de climatisation rejettent de la chaleur. Il y a actuellement une ou deux vagues de chaleur chaque année. Cependant, leur fréquence et leur durée devraient croître dans le futur. Le taux de mortalité associé à la chaleur devrait également augmenter. Les conséquences sur la santé auront pour effet de surcharger le système de santé, ce qui aura des répercussions sur les coûts et la qualité du service. (Larrivée et al., 2015)

L'environnement bâti est tout aussi vulnérable aux changements climatiques que les citoyens qui y habitent. En effet, il a été construit en fonction des conditions climatiques passées. Alors que les glaces hivernales protégeaient la structure des sols côtiers, les terrains en proximité des cours d'eau risquent de s'éroder plus rapidement que prévu. La hausse du niveau de la mer aura également des incidences sur l'environnement bâti, particulièrement sur la Côte-Nord. (DesJarlais et al., 2010)

L'augmentation des températures peut également avoir comme conséquence de modifier l'aire de répartition de certaines espèces, et ainsi augmenter les risques de zoonoses. « Les zoonoses sont des infections ou maladies qui se transmettent de l'animal à l'humain » (Larrivée et al., 2015). Ces dernières peuvent avoir des conséquences graves sur la santé humaine, et parfois même causer la mort. On retrouve actuellement deux zoonoses au Québec qui n'étaient pas présentes auparavant : la maladie de Lyme et le virus du Nil. Toutes deux sont actuellement présentes dans le sud du Québec, mais avec les changements climatiques, la région où se trouvent ces maladies se déploiera vers le nord et ainsi exposera une plus grande proportion de la population. La maladie de Lyme est présente là où on retrouve des tiques à pattes noires infectées. Le Virus du Nil occidental est transmis par des moustiques infectés. Les risques sont plus élevés dans les zones urbaines, bien qu'ils soient présents partout. Cette zoonose peut causer de la fièvre, des maux de tête, des éruptions cutanées et très rarement, affecter le système nerveux central. (Larrivée et al., 2015)

Modification des précipitations

Le réchauffement a déjà et aura des incidences futures sur la forme et les conditions des précipitations. Larrivée et al. expliquent qu'une « atmosphère plus chaude a tendance à accélérer le cycle hydrologique et modifier le régime des précipitations » (Larrivée et al., 2015, p. 32).

Les études de Yagouti et al. (2008) ont démontré que les précipitations ont augmenté dans le sud du Québec pour la période de 1960 à 2005. Ces augmentations varient de 20 mm à 100 mm selon les endroits. Les résultats indiquent que le nombre de jours avec de la pluie est plus élevé et que ce sont à l'automne et au printemps que l'augmentation de la quantité de précipitation peut être observée de façon plus

significative. D'un autre côté, les quantités de neige ont diminué dans le sud du Québec, sans toutefois suivre une évolution linéaire. Alors que les précipitations de neige ont augmenté de 1960 à 1970, elles ont diminué par la suite, démontrant notamment l'imprédictibilité des conditions climatiques et les difficultés liées à l'adaptation à ces phénomènes.

Selon les prévisions, la quantité de neige diminuera plus les températures augmenteront, et les épisodes de pluie hivernale seront plus fréquents (Breton, Cloutier et Waygood, 2017). Lorsque les hivers sont plus doux, les températures peuvent se tenir aux alentours du point de congélation et ainsi provoquer des cocktails météo, qui peuvent combiner des chutes de neige, de pluie et de verglas dans une courte période. Cela peut rendre les conditions routières dangereuses et affecter la mobilité des citoyens. Par exemple, on a pu observer de nombreux épisodes de gel/dégel pour l'hiver 2019 et une augmentation des jours de pluie. Les journées de pluies ont été suivies par des nuits et des jours plus froids, ce qui a rendu les conditions routières plus difficiles à pratiquer. De plus, il devenait difficile de se déplacer sur les trottoirs gelés.

Les projections démontrent également que les orages seront plus fréquents, provoquant une importante quantité de pluie sur une courte période (Breton, Cloutier et Waygood, 2017). L'augmentation des précipitations peut avoir des répercussions sur les infrastructures d'égout, pouvant les surcharger, et dans des cas plus rares, provoquer des déversements dans les milieux naturels.

Événements climatiques extrêmes

Les changements climatiques auront pour conséquence d'augmenter la fréquence des événements climatiques extrêmes. Parmi ceux-ci, les plus fréquents sont les vagues de froid, les vagues de chaleur, les inondations, la sécheresse et les tempêtes côtières. Ils auront des répercussions sur la vulnérabilité de certains groupes de la population, sur les écosystèmes et sur l'environnement bâti. (DesJarlais et al., 2010)

En plus d'immobiliser la population pour une certaine période, les événements climatiques extrêmes peuvent causer des dommages importants aux infrastructures bâties qui se trouvent dans les municipalités. Une des plus grandes craintes pour le Québec est la possibilité d'inondation causée par la modification de la durée, de la fréquence et de l'intensité des précipitations. Une inondation telle que celle vécue à Montréal en 2006 a des répercussions financières élevées pour la société. La gestion des eaux de pluie municipales représente un des plus gros défis à venir étant donné que les infrastructures sont peu adaptées aux épisodes de pluie intense, et sont difficilement modifiables. (DesJarlais et al., 2010)

Ainsi, les perturbations climatiques étalées ci-dessus affecteront inévitablement le mode de vie des citoyens. « Confrontée à chacun de ces aléas, une ville donnée peut être plus ou moins affectée négativement, suivant son urbanisme, son histoire, son activité économique et sa capacité d'adaptation. » (ONERC, 2010, p. 16) Les activités anthropiques en milieux urbains sont donc à la fois la cause, tout en subissant les conséquences des changements climatiques. Cependant, les villes représentent d'énormes

potentiels envers la lutte et l'adaptation aux changements climatiques. Elles ont une échelle intéressante pour traiter d'adaptation aux changements climatiques. En effet, par leur structure politique, elles ont les moyens de mettre en place des actions par le biais de politiques. Également, leur échelle n'est pas trop grande, ce qui permet d'apporter des solutions qui s'adaptent à leur contexte local. (ONERC, 2010)

Il faut donc intégrer l'adaptation et la lutte aux changements climatiques dans toutes les sphères de notre société. Cela implique de l'intégrer dans la façon de concevoir l'environnement bâti.

1.2 Enjeux sociodémographiques

Les milieux urbains regroupent la majorité de la population. Alors qu'en 2014, 54 % de la population mondiale vivaient dans les zones urbaines, ce pourcentage devrait atteindre 66 % en 2050 (Organisation des Nations Unies [ONU], 2014, 10 juillet). Cependant, au Québec, c'est plus de 80 % des citoyens qui habitent en milieu urbain, selon le recensement de 2011 (Institut de la statistique du Québec [ISQ] et Secrétariat du Québec aux relations canadiennes [SQRC], 2019).

Tel qu'on peut l'observer au tableau 1.2, 47,7 % de la population habitent les dix municipalités les plus peuplées du Québec. D'autre part, 49 % des municipalités, soit celles de moins de 1 000 habitants, accueillent 3,3 % de la population. Le territoire québécois étant très vaste, avec 1 667 712 km² (ISQ, 2018), la répartition de la population est plus dense dans les grandes zones urbaines comme Montréal, mais est beaucoup plus étalée dans les zones rurales ou les territoires plus au nord. Les municipalités les moins peuplées, de nature rurale, sont souvent synonymes d'une organisation du territoire éclatée. Elles sont organisées autour de noyaux villageois, regroupant les offres commerciales et institutionnelles, autour desquels des quartiers résidentiels se sont installés. Ainsi, l'organisation territoriale et les infrastructures varient considérablement selon la taille des villes.

Tableau 1.2 Répartition des municipalités et de la population selon la taille des municipalités, Québec, 1er juillet 2017 (tiré de : ISQ, 2018, p. 17)

Classe	Municipalité		Population	
	n	%	n	%
100 000 habitants et plus	10	0,8	4 004 086	47,7
50 000 – 99 999 habitants	10	0,8	710 599	8,5
10 000 – 49 999 habitants	84	6,5	1 825 061	21,7
5 000 – 9 999 habitants	77	6,0	546 443	6,5
1 000 – 4 999 habitants	479	37,0	1 033 199	12,3
0 – 999 habitants	634	49,0	274 646	3,3
Total	1 294	100,0	8 394 034	100,0

La répartition des ménages est un autre élément qui influence la dynamique des municipalités. Comme illustré à la figure 1.1, la répartition des ménages du Québec a changé durant les dernières décennies. En 1976, plus de la moitié des ménages étaient composés d'au moins trois personnes. En 2016, plus du deux

tiers des ménages sont composés de moins de trois personnes et le tiers est composé de personnes vivant seules. Le nombre d'habitants et la répartition des ménages influencent la ville de diverses manières, notamment avec le nombre de logements accru pour loger le même nombre de citoyens. Les milieux urbains doivent donc s'adapter aux nouveaux modes de vie.

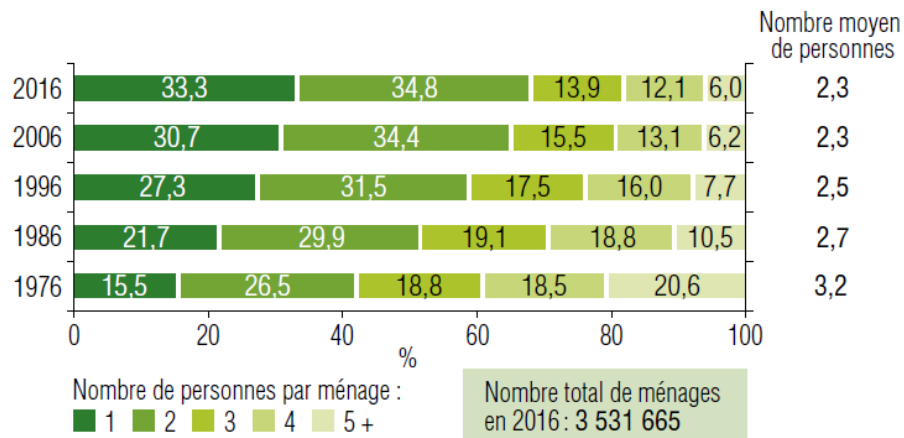


Figure 1.1 Répartition des ménages privés selon la taille, 1976-2016 (tiré de : ISQ, 2018, p. 21)

Au Québec, comme dans bien d'autres pays industriels, la population est vieillissante. Cela peut s'expliquer notamment par l'espérance de vie plus élevée et la diminution du nombre de naissances. Au 1^{er} juillet 2018, 18,8 % de la population avait 65 ans et plus et 28,0 % de la population se situait entre 45 et 64 ans (ISQ et SQRC, 2019). Comme illustré à la figure 1.2, la proportion de personnes âgées continuera d'augmenter alors que les *baby-boomers* atteignent l'âge de la retraite.

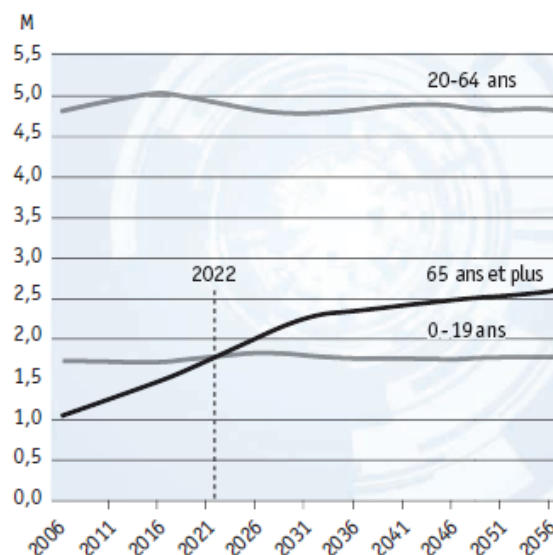


Figure 1.2 Effectifs de la population selon les groupes d'âge au Québec, 2006-205 (tiré de : DesJarlais et al., 2010)

Les personnes âgées sont davantage vulnérables aux changements climatiques, notamment les vagues de chaleur. L'augmentation des aînés augmentera ainsi la proportion de personnes vulnérables, notamment si elles vivent seules. (DesJarlais et al., 2010) La perte d'autonomie des personnes âgées est un phénomène auquel les villes seront bientôt confrontées, si elles ne le sont pas déjà. Certaines d'entre elles n'ont plus de permis de conduire, elles peuvent ainsi voir leur mobilité affectée si les villes ne sont pas adaptées aux méthodes alternatives de transport telles que le transport en commun et le transport actif. La perte d'autonomie peut donc être accentuée selon l'environnement urbain dans lequel elles habitent. De plus, les besoins des personnes âgées sont différents des autres groupes d'âge. Les jeunes retraités verront leur emploi du temps libéré, tout en ayant une grande autonomie leur permettant d'avoir une vie active. Avec la proportion de retraités qui s'agrandira, les demandes en loisirs augmenteront également. (Meloche, Beaudet, Scherrer et Barcelo, 2014)

« La recherche récente montre que la ville contemporaine, conçue et aménagée selon des principes de l'urbanisme fonctionnel, a du mal à s'adapter au rythme de vieillissement de ses habitants. À bien des égards, les premières générations de banlieues pavillonnaires des années 1940-1950 dominées par le "bungalow" constituent un exemple éclairant. Structurés "par" et "pour" l'automobile, ces environnements résidentiels ont été développés en fonction du mode de vie banlieusard : populations actives, propriété foncière, famille nucléaire, mobilité individuelle et autonomie domestique. » (Meloche, Beaudet, Scherrer et Barcelo, 2014)

Ensuite, l'aménagement du territoire et les habitudes de vie moderne peuvent avoir des répercussions sur la santé. La sédentarité est un réel défi pour le bien-être des populations, elle peut augmenter les probabilités d'être atteint de diabète de type 2, d'ostéoporose, de maladies cardio-vasculaires et de certains cancers (Association pour la santé publique du Québec [ASPQ], 2011). En 2008, environ 31 % de la population mondiale âgée de 15 ans et plus ne pratiquait pas assez d'activité physique. De plus, le nombre de décès associés à ce phénomène se chiffre à près de 3,2 millions par année. (Organisation mondiale de la santé [OMS], s.d.) Les modes de déplacements motorisés et le faible taux d'activité physique lors des activités professionnelles et domestiques influencent l'état de santé de la population (OMS, s.d.). « Au Québec, 55 % des adultes marchent moins d'une heure par semaine pour se déplacer » (ASPQ, 2011). De plus, selon les données de 2014-2015, plus de 50 % de la population québécoise était en surpoids, dont 34,9 % faisaient de l'embonpoint et 18,8 % étaient obèses (ISQ, 2018).

Les transports actifs sont un bon moyen de contrer cette tendance. Cependant, plusieurs quartiers n'ont pas les infrastructures en place afin de favoriser le transport actif et le transport collectif. En effet, dans les cas où la marche est perçue comme dangereuse, l'utilisation de l'automobile est privilégiée. Ironiquement, ce sont les automobiles qui constituent souvent une menace pour les piétons et les cyclistes, surtout en l'absence de trottoir ou de pistes cyclables. Bien que la marche et le vélo soient une faible proportion des déplacements montréalais, ils représentent plus de la moitié des blessures graves et des décès sur les routes. (ASPQ, 2011)

Afin de maintenir un poids santé, il est essentiel de bien manger et de pratiquer des activités physiques quotidiennes. Cependant, selon l'OMS, certains facteurs environnementaux urbains peuvent décourager la pratique d'activité physique, et donc favoriser la sédentarité :

- La violence;
- L'augmentation de la pauvreté;
- La forte densité de la circulation;
- La médiocre qualité de l'air, la pollution;
- L'absence de parcs, de trottoirs et d'installations sportives/de loisirs. (OMS, s. d.)

L'aménagement du territoire ne devrait pas constituer une barrière à la pratique d'activités physiques ni aux activités quotidiennes, mais plutôt les encourager. En proposant un cadre bâti convivial et sécuritaire, et qui répond aux besoins futurs de tous les ménages, les citoyens verront leur qualité de vie augmenter. Les villes doivent s'adapter aux enjeux de population vieillissante, donc une population plus vulnérable, à une structure des ménages qui demande des interactions sociales dans le domaine public, et à des personnes qui n'ont pas accès à une voiture en tout temps.

1.3 Enjeux d'aménagement

Les villes sont le cœur de nos milieux de vie, étant donné qu'elles regroupent la majorité de la population. Cependant, elles ne sont pas toujours adaptées aux enjeux actuels et leur confection peut avoir eu des répercussions négatives, particulièrement sur le plan social et environnemental.

1.3.1 Étalement urbain

Un des phénomènes ayant grandement modifié l'empreinte environnementale et la configuration de la ville est l'étalement urbain. Simard (2014, p. 334) le définit comme suit :

« [...] l'expansion démesurée des villes, et la surconsommation de ressources qui y est associée, situation résultant de la multiplication des espaces urbains de basse densité, non seulement dans le champ du résidentiel, mais aussi dans les domaines commercial et industriel. »

Auparavant, les villes étaient construites de façon dense et mixte, afin que les déplacements piétons soient possibles. À partir du milieu du 20^e siècle, un changement dans la morphologie urbaine s'est produit, menant inévitablement à une modification de la façon dont la ville est vécue. Diverses modifications sociales ont enclenché le phénomène d'étalement urbain, qui a complètement modifié la façon dont les villes ont été vécues. L'arrivée de l'automobile dans les ménages québécois a permis de soutenir l'étalement urbain. (Simard, 2014) Alors que la contrainte des distances s'est estompée avec le transport motorisé qui permet de faire de plus longs trajets en autant, voire moins de temps; la concentration des habitants aux centres-villes a commencé à se dissiper. Ainsi, les quartiers résidentiels sont apparus aux abords des villes

existantes, élargissant les limites des grandes villes, qui vont peu à peu se fusionner. (Faugier, 2009) Également, la construction d'infrastructures routières tout comme le développement du transport en commun ont permis aux citoyens de s'éloigner de leur lieu de travail (Meloche, Beaudet, Scherrer et Barcelo, 2014). Les populations se sont éloignées des grands centres urbains, recherchant parfois la tranquillité que les centres-villes n'étaient pas en mesure de leur offrir (Simard, 2014). De plus, les propriétés sont nettement plus abordables en périphérie des centres-villes, et permettent de vivre le rêve américain, soit « une maison détachée avec jardin, entourée de végétation, dans un endroit calme » (Collectivités viables, s.d.). Déterminer quelles sont les causes exactes du phénomène d'étalement urbain est difficile. Dans le tableau 1.3, Simard énonce différentes causes.

Tableau 1.3 Les causes de l'étalement urbain (tiré de : Simard, 2014, p. 336)

Catégorie	Types particuliers
Administrative	<ul style="list-style-type: none"> • Fragmentation des structures municipales; • Absence d'organisme de gestion à l'échelle régionale; • Politiques d'urbanisme et de transport à différents paliers.
Culturelle	<ul style="list-style-type: none"> • Attrait de la campagne ou de paysages végétalisés; • Attrait du pavillon de banlieue comme habitat type; • Désir d'ascension sociale lié au mythe du propriétaire-résident.
Démographique	<ul style="list-style-type: none"> • Taille des ménages; • Taux de création des ménages; • Impopularité de la cohabitation intergénérationnelle.
Économique	<ul style="list-style-type: none"> • Accès au crédit (immobilier et automobile); • Rôle des promoteurs immobiliers; • Rendement de la bourse versus valeurs des immeubles.
Fiscale	<ul style="list-style-type: none"> • Bas taux d'intérêt dans le système bancaire; • Présence d'organismes gouvernementaux garantissant les prêts; • Déductions fiscales des intérêts payés sur l'hypothèque.
Technologique	<ul style="list-style-type: none"> • Automobile; • Technologies favorisant le télétravail; • Systèmes résidentiels de climatisation (sud des États-Unis).

Le phénomène d'étalement urbain a eu plusieurs répercussions sur la construction des villes. Le réseau routier a connu une expansion afin de répondre aux besoins de transport, changeant inévitablement l'apparence des villes, et plus particulièrement des rues. Afin de faciliter la circulation, d'augmenter la sécurité, et de réduire les désagréments liés à la production de poussière des véhicules sur les rues de sables, les routes de terre ont été remplacées par des surfaces minérales. Ces dernières ont été élargies afin de permettre la circulation dans les deux sens, certaines ont été hiérarchisées en tant que boulevard, et d'autres ont été destinées pour une circulation en sens unique. (Faugier, 2009)

Également, la ségrégation des fonctions de la ville cause un éclatement entre les différents milieux de vie. L'étalement urbain est souvent associé à la construction de quartiers résidentiels. Bien que ces derniers se soient étendus aux alentours de l'ancienne ville, les pôles industriels et commerciaux se trouvent encore majoritairement au centre des villes. L'utilisation d'un moyen de transport motorisé devient donc essentielle pour l'ensemble des activités quotidiennes, contribuant ainsi à l'augmentation des GES liés au secteur du

transport (Simard, 2014). Cela a aussi eu comme impact d'augmenter la dépendance à l'automobile et d'enclencher le début d'un cercle vicieux tourné autour de la mobilité. Les zones exclusivement résidentielles fractionnent la ville et les distances à parcourir pour vaguer à ses activités quotidiennes sont ainsi augmentées. Un aménagement du territoire qui favorise la mobilité durable doit minimiser les distances. Plus les villes sont construites de façon dense, moins les distances à parcourir sont grandes, et ainsi l'utilisation de l'automobile diminue, entraînant une réduction des émissions de GES (Newman, Beatley et Boyer, 2017). Les quartiers denses et compacts ont généralement une plus grande proportion d'activités disponibles dans leurs limites. En effet, une plus grande densité permet de soutenir les commerces de proximité en augmentant leur achalandage. En plus de favoriser la mobilité durable, ces commerces créent des pôles d'emplois près des secteurs résidentiels, augmentent l'achalandage sur la rue et ainsi rendent le milieu de vie habité et convivial. (Collectivités viables, s. d.)

Les conséquences de l'étalement urbain sont vastes et parfois complexes. Simard en dresse une liste globale dans le tableau 1.4.

Tableau 1.4 Les conséquences de l'étalement urbain (tiré de : Simard, 2014, p. 338)

Catégorie	Types particuliers
Environnementale	<ul style="list-style-type: none"> • Destruction d'écosystèmes (boisés, zones humides, terres agricoles, etc.); • Pollution atmosphérique liée à l'automobile; • Artificialisation et minéralisation des sols.
Économique	<ul style="list-style-type: none"> • Coût de construction des infrastructures municipales; • Coût d'entretien des infrastructures municipales; • Coût de transport des ménages.
Géopolitique	<ul style="list-style-type: none"> • Dépendance des grands pays utilisateurs; • Autoritarisme et instabilité des régimes des pays producteurs; • Guerres et conflits au Moyen-Orient.
Santé	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation des risques d'accident vasculaire cérébral (AVC)/obésité/maladies respiratoires; • Stress lié au navettage et aux embouteillages; • Morts et blessures résultant des accidents de la route.
Sociale	<ul style="list-style-type: none"> • Séparation physicospatiale des groupes sociaux; • Rareté des espaces publics de sociabilité; • Inégalités sociales renforcées par la fiscalité locale.
Urbanistique	<ul style="list-style-type: none"> • Perte de lisibilité de la ville; • Perte d'externalités économiques reliées à la compacité et à la mixité d'usages.

Les changements qui ont découlé de l'expansion de la ville ont également influencé la confection des rues. Étant donné que peu de personnes utilisent les transports actifs en dehors des centres-villes, les rues sont conçues presque uniquement pour les déplacements automobiles. La majorité de l'espace est consacré à la voiture, autant pour les voies de circulations que pour les stationnements. Les espaces pour les piétons sont limités à des trottoirs, parfois inexistant dans certaines zones. Cette confection, créée pour répondre aux besoins modernes de la mobilité, a également pour impact de rendre les déplacements actifs peu attrayants et moins sécuritaires. (Collectivités viables, s. d.)

Ainsi, pour favoriser les modes de transports durables, il est essentiel de diminuer la dépendance à l'automobile. En ce sens, l'aménagement du territoire influence grandement le mode de transport qui sera privilégié par les différents usagers. Tel qu'on peut l'observer à la figure 1.3, la distance parcourue pour une même durée varie considérablement selon le mode de transport choisi. En dix minutes, un piéton parcourt environ 800 m alors qu'en automobile, c'est plus de 4 km. Plus les distances à parcourir sont longues, plus les citoyens favoriseront les modes de transport motorisés.

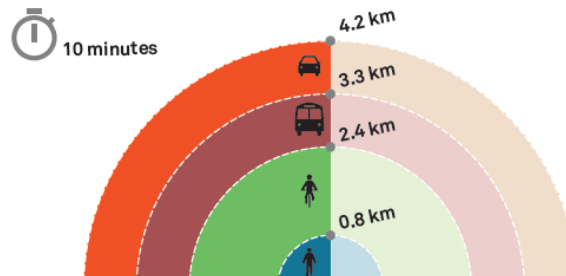


Figure 1.3 Distance moyenne parcourue par différents modes de transport en 10 minutes (tiré de : *National Association of City Transportation Officials [NACTO]* et *Global Designing Cities Initiative [GDCI]*, 2016, p. 70)

1.3.2 Utilisation de l'automobile

L'aménagement du territoire de la majorité des municipalités québécoises favorise l'utilisation de l'automobile, c'est d'ailleurs le mode de déplacement le plus utilisé des Québécois (Boucher et Fontaine, 2011). Alors que les États désirent réduire leurs émissions de GES, le déplacement des citoyens est un sujet sur lequel il faut se pencher hâtivement. En effet, en 2016, c'est le secteur des transports qui émettait le plus de GES (43,0 %) au Québec, et 34,4 % des émissions totales de GES sont associées au transport routier (MELCC, 2018).

À l'heure actuelle, se déplacer dans les villes en voiture peut être pénible. Les heures de pointe sont synonymes de congestion, et ainsi les temps de déplacement augmentent (Meloche, Beaudet, Scherrer et Barcelo, 2014). Se tourner vers le transport collectif ou actif semble être une solution. Cependant, peu de villes québécoises sont équipées d'un réseau de transport collectif adéquat, et les déplacements actifs deviennent difficiles lorsqu'on s'éloigne des centres urbains.

« S'il était relativement facile de faire une place à l'automobile dans les villes piétonnes (à tout le moins, nous avons réussi à le faire...), il est beaucoup moins évident de demander aux citoyens de marcher ou de prendre le transport collectif dans les villes de l'automobile. » (Meloche, Beaudet, Scherrer et Barcelo, 2014)

Repenser les villes afin de contrer la dépendance à l'automobile s'avère être un défi pour l'ensemble des municipalités.

1.3.3 Minéralisation des surfaces

L'urbanisation et le développement des infrastructures routières ont eu pour effet l'imperméabilisation des surfaces en milieu urbain (collectivités viables, s. d.). Les sols, qui étaient auparavant composés de milieux naturels et forestiers, ont été remplacés par des surfaces minéralisées comme l'asphalte. Plusieurs problématiques sont reliées au remplacement de ces surfaces.

Tel qu'illustré à la figure 1.4, le cycle hydrologique naturel permet à l'eau de circuler entre la terre et l'atmosphère. La condensation a pour effet de causer des précipitations qui percolent dans le sol, ruissellent vers les cours d'eau avoisinants ou sont captées par la végétation. Ensuite, l'eau retourne à l'atmosphère par le biais de la transpiration des végétaux ou l'évaporation, et le cycle recommence. (Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs [MDDEFP] et le Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire [MAMROT], 2014) En contexte minéralisé, une plus faible proportion des eaux est en mesure de percoler dans le sol et les eaux ruissellent se dirigent vers les systèmes d'égouts ou les cours d'eau avoisinants. Cela a pour conséquence de modifier le cycle hydrologique naturel et d'emporter différents polluants qui se trouvent sur les surfaces de la ville, tels que des carburants ou les sels de déglçage. En effet, alors que 60 % des surfaces des villes sont imperméables (NACTO, 2017), c'est seulement 15 % des eaux qui s'infiltrent dans le sol contre 50 % dans les milieux naturels (Giguère, 2009).

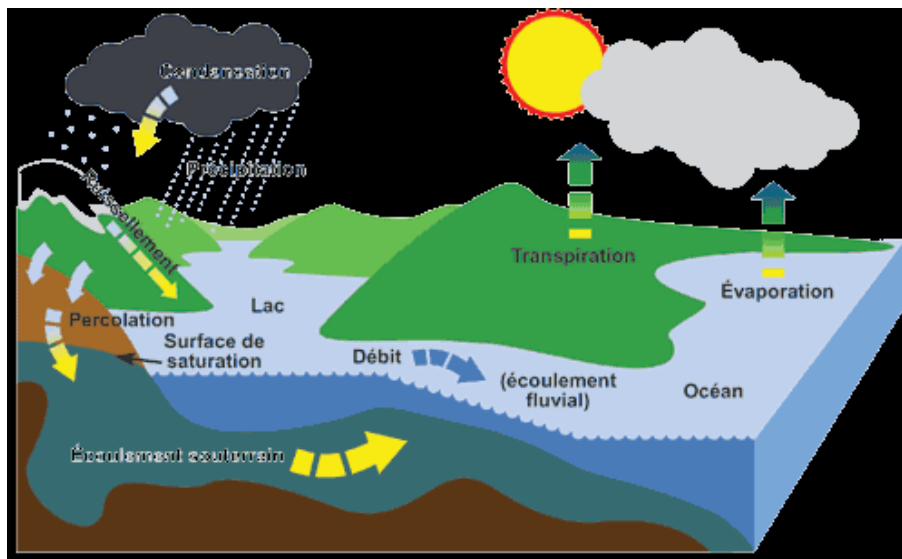


Figure 1.4 Le cycle hydrologique (tiré de : Gouvernement du Canada, s. d.)

Dans le passé, les eaux de pluie dans les villes étaient traitées comme des déchets, et l'objectif était de s'en débarrasser le plus vite possible (NACTO, 2017; Boucher, 2010). Ces pratiques, combinées avec l'augmentation des infrastructures bâties, ont eu comme effet de surcharger le système d'égout et ainsi d'augmenter les coûts reliés à la gestion de l'eau. Étant donné que les épisodes de forte pluie devraient

être plus fréquents avec les dérèglements climatiques, les coûts associés aux infrastructures pluviales devraient également augmenter. En plus de surcharger le réseau d'égout municipal, la minéralisation des surfaces a pour effet la détérioration des écosystèmes. « Il est d'ailleurs admis qu'à partir de 10 % de surface imperméabilisée sur le territoire d'un bassin versant, la dégradation des écosystèmes s'amorce » (Boucher, 2010, p. 10).

Les infrastructures urbaines et la minéralisation des surfaces causent également un phénomène de dérèglement climatique communément appelé les îlots de chaleur, soit « la différence de température observée entre les milieux urbains et les zones rurales environnantes » (Giguère, 2009). La différence de température entre les villes, souvent restreintes en milieu naturel, et les milieux ruraux peuvent atteindre des différences de températures de l'ordre de 12 °C (Giguère, 2009). Mis à part le climat local qui influence les températures, l'humidité relative et le vent, divers facteurs de nature anthropique contribuent à accentuer ce phénomène. Parmi ceux-ci, on retrouve :

- Les émissions de gaz à effet de serre;
- La perte progressive du couvert forestier dans les milieux urbains;
- L'imperméabilité des matériaux;
- Certaines propriétés thermiques des matériaux;
- La morphologie urbaine et la taille des villes;
- La chaleur anthropique. (Giguère, 2009; Mon Climat, Ma Santé, s. d.)

Dans un contexte de changement climatique, les effets des augmentations de la température sont amplifiés par le phénomène d'îlot de chaleur. Ainsi, les personnes vulnérables vivant en milieu urbain pourraient voir leurs activités modifiées lors de vagues de chaleur, pouvant même les forcer à rester chez eux.

1.3.4 Perte de biodiversité

La nature a des répercussions sur le bien-être humain, notamment en fournissant une panoplie de services pouvant être biologiques, sociaux ou économiques. Cependant, cette relation n'est pas à sens unique. En effet, les humains peuvent également avoir un impact sur les milieux naturels. En réalité, autant la nature que les hommes font partie d'un même écosystème, qui peut être plus ou moins modifié par l'Homme. Dans les villes, les modifications anthropiques sur les milieux naturels sont énormes.

« La biodiversité urbaine se définit comme la variété des organismes vivants (diversité spécifique), y compris leurs variations génétiques (diversité génétique), de même que la multiplicité des habitats (diversité écosystémique) dans les établissements humains et autour de ceux-ci. » (Boucher et Fontaine, 2010, p. 13)

L'industrialisation a marqué un changement du mode de consommation qui coïncide avec la détérioration de la biodiversité et l'augmentation de l'empreinte écologique (Berteaux, 2000). Alors que l'urbanisation s'est étendue et accélérée, les milieux naturels ont longtemps été considérés comme des obstacles lors du

développement des infrastructures humaines (Boucher et Fontaine, 2010). La perte et la fragmentation des habitats figurent parmi les causes principales de dégradation et de destruction des milieux naturels. D'ailleurs, c'est dans les Basses-terres du Saint-Laurent que se concentre la biodiversité québécoise la plus riche, mais c'est également sur ces terres que se concentre la majorité de la population, augmentant ainsi les pressions sur la biodiversité. (Tardif, Lavoie et Lachance, 2005)

Ainsi, repenser l'approche utilisée pour concevoir l'environnement bâti permet de réduire et de contrer des phénomènes comme l'étalement urbain, la dépendance à l'automobile, la perte de milieu naturel et la gestion des eaux de pluie. Les villes doivent se pencher sur ces problématiques qui ont une influence sur le bien être de leur population.

En résumé, les zones urbaines ont été façonnées par la population qui y a habité et les besoins passés. Aujourd'hui, alors que les changements climatiques influent de plus en plus sur nos milieux de vie, nous allons devoir repenser les villes afin qu'elles répondent aux besoins de tous leurs habitants et qu'elles s'adaptent aux changements sociétaux et environnementaux, tant présents que futurs. La hausse des températures, la modification des régimes des précipitations et l'augmentation des événements climatiques extrêmes auront des répercussions sur les infrastructures urbaines et sur les citoyens qui y habitent. D'un autre côté, l'augmentation de la population urbaine, le vieillissement de la population et la structure des ménages présentent des défis auxquels les villes doivent s'adapter pour offrir des milieux de vie de qualité à l'ensemble de leurs citoyens. De plus, les municipalités québécoises se sont développées en favorisant l'utilisation de l'automobile et en accentuant l'étalement urbain, entraînant une augmentation des surfaces minérales et donc de l'imperméabilité des sols. Les répercussions sur la biodiversité et la gestion des eaux de ruissellement ont des impacts négatifs sur la durabilité des villes. Considérant ce qui précède, l'aménagement doit être vu comme un outil à la ville résiliente, qui s'adapte sans cesse aux nouvelles réalités. Le prochain chapitre démontre le potentiel de la rue comme une des solutions aux enjeux de durabilité des villes.

2. LA RUE COMME UNE DES SOLUTIONS AUX ENJEUX DE DURABILITÉ DES VILLES

Alors qu'au cours du dernier siècle, les routes ont été développées afin de privilégier l'automobile, de plus en plus d'initiatives naissent à travers le monde dans le but de redonner accès à la rue à l'ensemble des usagers. Aux États-Unis, le concept de « rue complète » (*complete street*) est largement utilisé. D'ailleurs, il y existe plus de 900 politiques à ce sujet (Gregg et Hess, 2019). L'objectif de ce concept est que la rue, notamment grâce à son aménagement, soit accessible et sécuritaire à l'ensemble des usagers. Cela sous-entend qu'elle soit adaptée aux différents groupes d'âge, aux personnes à mobilité réduite, ainsi qu'aux divers modes de transport tels que les déplacements à pied, à vélo, à moto, en automobile, en autobus, etc. Ce concept représente un virage dans la façon de penser et concevoir les rues d'un aménagement qui dessert principalement les véhicules motorisés vers des rues qui incluent les transports non motorisés. (Fontaine, 2012; Gregg et Hess, 2019) Aux États-Unis, *Smart Growth America* présente diverses ressources et exemples de cas sur les rues complètes. C'est un regroupement d'organisations qui a vu le jour en 2000 et qui a continué de croître par la suite. Il fait la promotion d'un développement territorial qui protège la qualité de l'environnement, la qualité de vie et la durabilité. En 2012, c'est devenu l'hôte de la *National Complete Streets Coalition*. (Smart Growth America, s. d.)

Le concept de rue complète est également utilisé dans le Canada anglais, et certaines municipalités dans l'Ouest se sont attardées à produire des lignes directrices ou des politiques en ce sens. En 2012, *Complete Streets for Canada* a été lancé par *The Centre for Active Transportation* (TCAT). Cette organisation a participé à la conception de politiques sur les rues complètes et répertorie diverses ressources et exemples de cas. (*Complete Streets for Canada*, s. d.) Au Québec, l'appellation « rue complète » est moins fréquente. Bien qu'il n'y ait pas de politique sur ce concept, des initiatives naissent tout de même dans quelques municipalités. D'ailleurs, en 2012, le MAMROT a publié un document de veille sur le sujet qui explique le concept et les principes d'une politique de rues complètes (Fontaine, 2012). Le terme « rue conviviale » semble être privilégié. C'est le terme utilisé par le Centre d'écologie urbaine de Montréal (CEUM). En 2018, il a publié le document « Des rues inspirantes : Un inventaire pour passer à l'action » qui présente les diverses définitions se rattachant au concept de rue complète et quelques exemples de cas québécois.

Avec la création de ces concepts, on observe un mouvement visant à redéfinir l'usage traditionnel des rues afin de leur donner des fonctions autres que le simple déplacement automobile. Il y a de plus en plus de recherche et de documentation qui émergent sur les différents aménagements de la rue qui permettent de répondre à plus qu'un objectif de mobilité. Par exemple, le *National Association of City Transportation Officials* (NACTO) a publié divers guides sur l'aménagement des rues. La gestion de l'eau est également davantage documentée, étant donné les problématiques liées aux infrastructures d'égouts surchargées, l'expansion des zones urbaines et les modifications des régimes de précipitations. Le tableau 2.1 regroupe quelques exemples de documentation permettant de repenser l'aménagement des rues.

Tableau 2.1 Exemple de documentation sur l'aménagement durable de la rue

Nom du Guide	Auteurs ou Organisation	Année
<i>Backgrounder: Rural Complete Streets</i>	<i>Toronto Centre for Active Transportation (TCAT)</i>	2016
<i>Complete Streets Chicago: Design Guidelines</i>	<i>Chicago Department of Transportation</i>	2013
Fascicule 5 - Aménagements piétons universellement accessibles du Guide d'aménagement durable des rues de Montréal	Ville de Montréal	2017
<i>Global Street Design Guide</i>	<i>Global Designing Cities Initiative & National Association of City Transportation Officials</i>	2016
Guide de gestion des eaux pluviales	Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) et Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT)	2014
<i>Guide to the San Francisco better streets plan</i>	San Francisco	2010
L'aménagement et l'écomobilité, Guide de bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable	Boucher, I. et Fontaine, N. (MAMROT)	2011
La gestion durable des eaux de pluie, Guide de bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable	Boucher, I. (MAMROT)	2010
Lignes directrices en matière d'aménagement axé sur les transports en commun	Ministère des Transports (Ontario)	2012
Objectifs écoquartiers	Vivre en Ville	2014
Rues conviviales : Une approche intégrée de conception de rues pour améliorer la qualité de vie urbaine	Ville de Québec	2017
<i>Street Design Manual</i>	<i>New York City Department of Transportation</i>	2015
<i>Streets as public spaces and drivers of urban prosperity</i>	<i>United Nations Human Settlements Program (UN-Habitat)</i>	2013
<i>Sustainable Urban Infrastructure: Policies and Guidelines Vol 1</i>	<i>Chicago Department of Transportation</i>	2014
<i>Transit Street Design Guide</i>	<i>National Association of City Transportation Officials</i>	2016
Urban Bikeway Design Guide	<i>National Association of City Transportation Officials</i>	2014
<i>Urban Street Design Guide</i>	<i>National Association of City Transportation Officials</i>	2013
<i>Urban Street Stormwater Guide</i>	<i>National Association of City Transportation Officials</i>	2017

Les rues constituent un potentiel énorme d'offrir un milieu de vie plus sain, si la manière de les construire et de les aménager est repensée. Elles doivent être vues comme un milieu de vie permettant à la fois de répondre aux besoins de toutes les formes de déplacement, de connecter la ville et de servir d'espace public pour l'ensemble des citoyens. Elles doivent être adéquatement construites pour s'adapter au cadre bâti qui l'entoure à son contexte socioculturel, environnemental et économique. En considérant la rue comme un tout, elle permet de vivre la ville, et non seulement de la parcourir. Dans cette optique, ce chapitre

a pour objectif de présenter des exemples de conception, d'aménagement et de design qui permettent d'améliorer la qualité des rues dans un contexte urbain. Par rue, on entend ici toute « voie de communication généralement bordée de bâtiments, dans une agglomération. » (Office québécois de la langue française, 2017b)

Face aux problématiques qui ont été exposées dans le premier chapitre, l'aménagement doit être vu comme un outil à la ville résiliente. Ainsi, les recherches sont orientées vers cinq thèmes : la mobilité durable, la sécurité, la gestion durable de l'eau, la biodiversité et la rue comme espace public. Ces derniers ont été sélectionnés pour répondre aux enjeux actuels et pour leur applicabilité à l'échelle de la rue.

2.1 La rue comme premier outil vers la mobilité durable

Au Québec, la majorité des déplacements se font en automobile. L'étalement urbain, la ségrégation des fonctions et la faible densité des villes favorisent l'utilisation de ce mode de transport. Néanmoins, certains aménagements favorisent les modes de transports alternatifs. L'environnement bâti peut donc encourager la mobilité durable (ou l'écomobilité). Selon Boucher et Fontaine (2011, p. 13), « un "environnement bâti favorable à l'écomobilité" se dit d'un milieu qui permet l'utilisation de différents modes de déplacement, laissant ainsi à la collectivité le choix de la marche, du vélo, du transport collectif ou de la voiture ». En effet, la mobilité durable n'est possible que si plusieurs modes de transports sont accessibles. Lorsque les citoyens ne peuvent se déplacer autrement qu'en voiture pour leurs activités quotidiennes, aucun changement de comportement n'est envisageable.

Afin de favoriser les modes de transports durables, il est essentiel de diminuer les distances à parcourir lors des activités quotidiennes. La planification du territoire favorable au transport en commun de longue distance doit être faite à l'échelle de l'agglomération. Toutefois, il est possible de favoriser le transport en commun et les déplacements actifs à l'échelle locale. Pour ce faire, les commerces et les services doivent se trouver à proximité des citoyens. Pour favoriser la proximité, les villes doivent être construites de façon dense, la trame urbaine doit être perméable et les quartiers doivent accueillir une mixité d'activités. (Vivre en Ville, 2014b)

« Dans l'ensemble, les études tendent à démontrer que l'aménagement de collectivités viables, axées sur une plus forte densité, l'articulation de l'urbanisation et du transport en commun, la mixité des activités, une forte connectivité de la trame urbaine, la multiplication et la sécurisation des trajets piétons et cyclistes, une gestion intégrée de l'offre de stationnement, etc., mène à la réduction des émissions de gaz à effet de serre de leurs habitants. » (Vivre en Ville, 2015, p.11)

Certaines municipalités sont trop peu peuplées ou aménagées de façon peu propice à l'implantation du transport en commun. Cependant, au lieu d'étudier l'aménagement actuel du territoire pour prendre une décision face au potentiel de l'implantation d'un réseau d'autobus, ce dernier peut être vu comme un potentiel de réaménagement de la ville. Newman, Beatley et Boyer (2017) mentionnent qu'alors que

l'utilisation du transport public augmente de façon linéaire, l'utilisation de la voiture diminue de façon exponentielle. Selon Collectivités viables (s. d.), l'organisation du territoire peut être influencée par le transport en commun de diverses façons :

- Favoriser la densification résidentielle et commerciale;
- Déterminer la localisation des activités;
- Concentrer les activités structurantes;
- Modifier la répartition modale;
- Réaménager les axes de transport en commun comme espace public;
- Faire du réseau structurant de transport en commun en environnement urbain identitaire.

Dans des municipalités de plus faible envergure, implanter des axes de transports en commun sur les grandes artères permet de revitaliser et de densifier un secteur, ainsi que le relier à d'autres secteurs avoisinants. Les grandes artères des villes devraient être vues comme des opportunités de corridors de transport en commun, qui relient les centres urbains aux quartiers résidentiels, où l'ensemble des modes de transport est possible de façon sécuritaire. Les rues avoisinantes, de plus petite envergure, doivent permettre aux usagers de se déplacer de façon active, à distance raisonnable de ces axes, afin de favoriser l'intermodalité. Ainsi, les citoyens ont la possibilité de délaisser l'automobile pour leurs activités quotidiennes. Toutefois, les commerces et les services doivent être disposés stratégiquement sur le territoire afin d'être accessibles par divers modes de transport. (Vivre en ville, 2014b)

Les transports actifs sont un élément clé d'une ville durable. Ils ont des bénéfices sociaux, environnementaux et économiques. Ils n'émettent aucun GES ni polluant, sont plus économiques que les autres modes de transport, permettent de faire de l'activité physique et permettent même des interactions sociales. Afin de favoriser la marche et le vélo, la ville devrait être conçue d'un réseau de rue connecté, accessible, sécuritaire et qui s'adapte à son contexte (NACTO et GDCL, 2016). Dans leur mémoire présenté dans le cadre de la consultation sur la Politique de mobilité durable, Vivre en ville et Équiterre (2017) ont soulevé certains défis à relever pour favoriser la marche et le vélo : l'accessibilité des destinations, le partage de l'espace urbain, la considération des personnes vulnérables et l'environnement favorable aux interactions sociales.

L'ensemble du réseau piéton de la ville doit être accessible en tout temps pour tous les citoyens. Il doit être sécuritaire autant pour les adultes, les enfants, les personnes âgées et les personnes à mobilité réduite. L'entretien de ces infrastructures est primordial, autant en été qu'en hiver. De plus, pour favoriser la perméabilité du réseau, la taille des îlots construits doit être minimisée. Lorsque la distance entre deux intersections est trop grande, il est pertinent d'insérer des traverses piétonnes sécuritaires pour réduire la distance à parcourir ou d'insérer des traverses piétonnes à l'intérieur d'un pâté de maisons.

La configuration des trottoirs doit prendre en compte le contexte de la rue. Par exemple, les rues résidentielles requièrent moins de capacités, car elles n'accueillent pas un grand volume de piéton. Cependant, les rues commerciales demandent une plus grande capacité, car elles sont plus achalandées. Ainsi, plus de place devrait être accordée aux piétons comparativement aux secteurs résidentiels de faible densité. De plus, en élargissant les trottoirs, il est possible d'y insérer du mobilier urbain ou des terrasses favorisant les rassemblements et l'aspect social de la rue. (NACTO et GDCI, 2016)

Afin d'encourager l'utilisation du vélo, le réseau cycliste doit être sécuritaire et continu. Les vélos peuvent partager la route avec les voitures dans les zones où la vitesse maximale permise est faible. Cependant, des voies cyclables doivent être intégrées aux rues où la vitesse est élevée. D'ailleurs, les investissements dans des infrastructures cyclables ont comme répercussions de réduire la congestion et de rendre la rue plus sécuritaire pour l'ensemble des usagers (NACTO et GDCI, 2016). Collectivités viables définit les infrastructures cyclables comme « l'ensemble des aménagements et équipements dédiés aux déplacements à vélo, notamment les voies cyclables, les espaces de stationnement ou encore les technologies de gestion de la circulation » (Collectivités viables, s. d.).

2.1.1 Rues multimodales

L'aménagement des rues devrait être fait de sorte à intégrer à la fois les transports actifs, collectifs et automobiles. Les infrastructures choisies seront dépendantes du contexte de la rue, mais également des rues avoisinantes, du quartier et des activités disponibles dans les entourages. En effet, une rue peut être peu fréquentée par les cyclistes et les piétons même si des commerces et des services y sont présents. L'environnement bâti peut décourager les usagers. Cependant, en réaménageant la rue de façon conviviale et sécuritaire pour les différents modes de transport, le comportement des usagers peut complètement changer.

Une rue multimodale, illustrée à la figure 2.1, comporte de nombreux avantages. La rue aménagée pour accueillir différents modes de transport a une plus grande capacité d'accueil. En effet, les piétons, les cyclistes et les utilisateurs du transport en commun occupent beaucoup moins d'espace qu'une personne seule dans sa voiture. En diminuant l'espace dédié à l'automobile, il est possible de réorganiser certains espaces en y insérant du mobilier urbain afin que la rue soit perçue comme une place publique. Également, les émissions de GES et de polluants atmosphériques seront moindres en donnant moins de place aux voitures. (NACTO et GDCI, 2016)

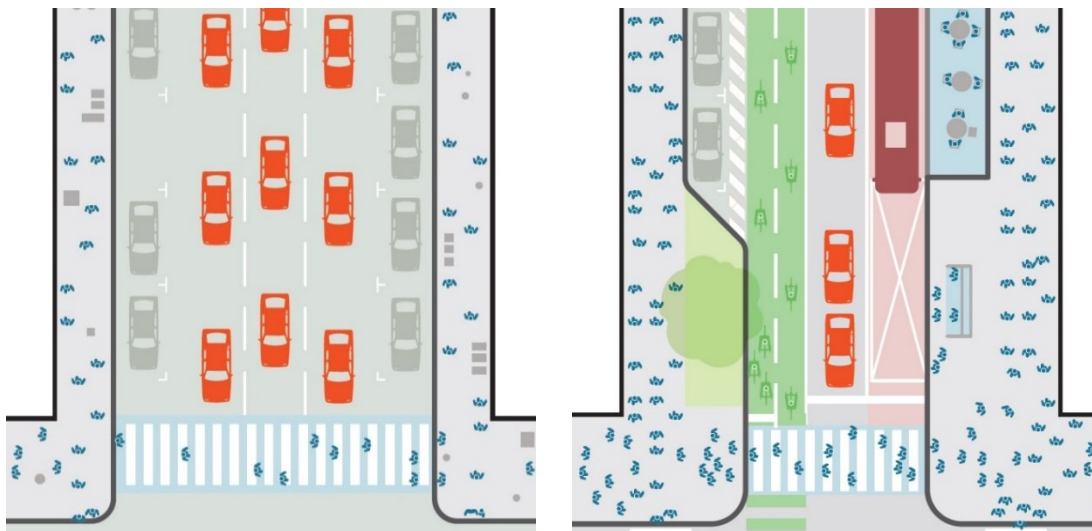


Figure 2.1 Rue axée sur l'automobile et rue multimodale (tiré de : NACTO et GDCI, 2016)

Ainsi, mettre en place des infrastructures permettant de favoriser et d'encourager les citoyens à utiliser les transports actifs et collectifs permet de réduire les émissions de GES reliées au secteur du transport.

2.2 La rue sécuritaire pour tous

Afin que l'ensemble des citoyens puissent profiter de la rue, il est essentiel qu'elle soit sécuritaire pour tous ses utilisateurs. Parmi les différents usagers de la rue, ce sont les piétons qui sont les plus vulnérables, suivi de près par les cyclistes. En 2017, 359 personnes ont perdu la vie sur les routes du Québec, dont 69 piétons et 11 cyclistes. De plus, 1 501 personnes ont été gravement blessées et 35 330 ont subi des blessures légères. (Société de l'assurance automobile du Québec [SAAQ], s. d.)

Dans le *Global street design guide*, NACTO et GDCI (2016) énumèrent les causes courantes de décès dus à la circulation qui sont influencées par l'aménagement des rues. Parmi celles-ci, ils indiquent le manque de trottoirs, de traverses piétonnes, de zones de protection et de pistes cyclables, ainsi que le mauvais aménagement des intersections, les zones d'embarquement peu sécuritaires et la dégradation des routes. Le tableau 2.2 explique plus en détail ces phénomènes.

Tableau 2.2 Causes courantes de décès dus à la circulation et aménagement (Inspiré de : NACTO et GDCI, 2016)

Cause	Description
Manque de trottoirs	Lorsqu'il n'y a pas de trottoirs, ou qu'ils ne sont pas accessibles, les piétons utilisent la chaussée pour se déplacer. La sécurité est ainsi compromise, surtout si les véhicules circulent à grande vitesse.
Manque de traverses piétonnes	Il y a plus de risques de collision lorsqu'il n'y a pas de passage protégé ou lorsque la distance entre deux intersections est si grande que les piétons sont portés à traverser en plein milieu de la rue.
Manque de protection	Il peut être difficile et dangereux pour les personnes à mobilité réduite et les personnes qui marchent moins vite, comme les personnes âgées et les enfants, de traverser une rue avec de nombreuses voies.
Manque de pistes cyclables	Les cyclistes sont exposés à plus de risque de collision lorsqu'ils partagent la route avec les véhicules, surtout sur des voies où la vitesse est élevée.
Aménagement des intersections	Les grandes intersections sont aménagées de sorte que les véhicules effectuent des virages à grande vitesse, pouvant ainsi réduire la visibilité des véhicules et mettre en danger les piétons qui traversent la rue.
Zones d'embarquement non sécuritaire	Si la zone d'attente et d'embarquement du transport en commun n'est pas adéquate, les usagers sont exposés à la circulation automobile.
Dégradation des routes	La dégradation des surfaces, comme les nids de poule, peut compromettre la sécurité des piétons et des cyclistes en augmentant le risque de blessures.

Remédier aux problèmes de sécurité est un enjeu majeur lorsqu'il est question de la rue. Bien que l'ensemble des utilisateurs doivent redoubler de prudence, certaines pratiques en aménagement permettent de renforcer la sécurité. Lors de la construction ou du réaménagement des rues, l'emphasis devra être mise en priorité sur les usagers les plus vulnérables, afin que tous puissent l'utiliser sans craindre pour leur sûreté. Outre la présence de trottoir et de pistes cyclables, la réduction de la vitesse et le réaménagement des intersections, qui représente divers points de conflits entre les usagers, permettent d'accroître la sécurité.

2.2.1 Vitesse automobile

Les accidents de la route peuvent causer des dommages aux biens et aux infrastructures, mais peuvent également causer la vie. Il faut certes se pencher sur les causes des accidents, mais il faut avant tout diminuer leur gravité. Réduire la vitesse des véhicules est une des meilleures façons de diminuer la sévérité des blessures. Comme illustré à la figure 2.2, le risque de décès augmente drastiquement plus les la vitesse du véhicule à l'impact est élevée. Également, la distance de freinage diminue en réduisant la vitesse, permettant ainsi aux conducteurs de s'arrêter avant d'entrer en collision avec un piéton, un cycliste, un obstacle sur la route, etc.

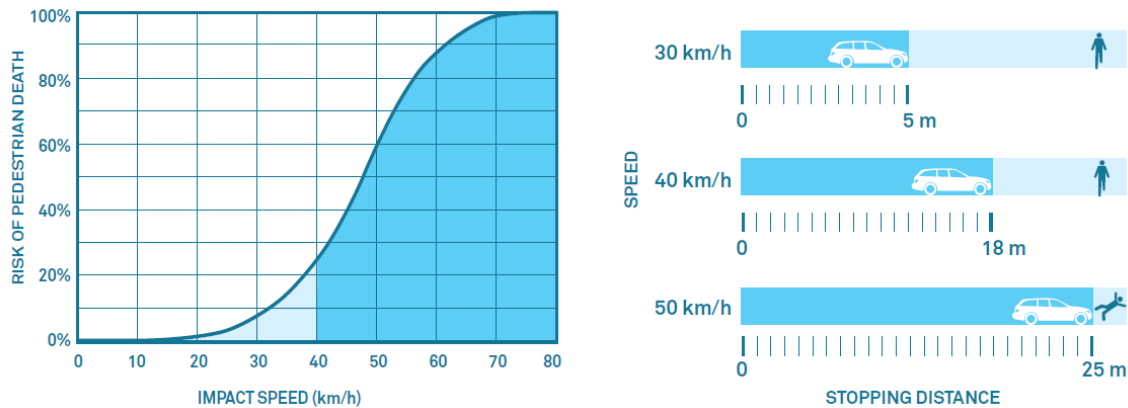


Figure 2.2 Relation entre la vitesse d'impact et le risque de décès, à gauche, et relation entre la vitesse et la distance de freinage, à droite (tiré de : NACTO et GCDI, 2016, p. 10)

La limite maximale dans les villes est souvent fixée à 50 km/h. Diminuer la vitesse à 40 km/h ou 30 km/h peut respectivement réduire les risques de décès à moins de 30 % et moins de 10 %. En ralentissant le trafic automobile, il devient plus sécuritaire et convivial pour les piétons et les cyclistes d'utiliser la rue.

Il est important de prendre en compte une multitude de facteurs lorsqu'il est question de déterminer la vitesse permise. Bien que les rues à forte concentration résidentielle devraient avoir une vitesse moins élevée que dans les zones majoritairement industrielles, car il y a plus de probabilité que les usagers se déplacent à pied, il faut également prendre en considération les infrastructures présentes. Par exemple, l'absence de trottoir rend les piétons plus vulnérables. La vitesse devrait donc être réduite dans ces zones, même si elles ont le même usage.

2.2.2 Intersections sécuritaires

L'intersection est un lieu qui rassemble l'ensemble des usagers de la rue. Elle peut être plus ou moins sécuritaire et conviviale pour certains utilisateurs selon sa taille, son organisation, son aménagement et son implantation. D'ailleurs, c'est aux intersections que passe la majorité des accidents. (NACTO et GDCI, 2016)

Une intersection présente des points de conflits potentiels entre les différents usagers de la rue. La figure 2.3 illustre le nombre de conflits potentiels selon différentes configurations.

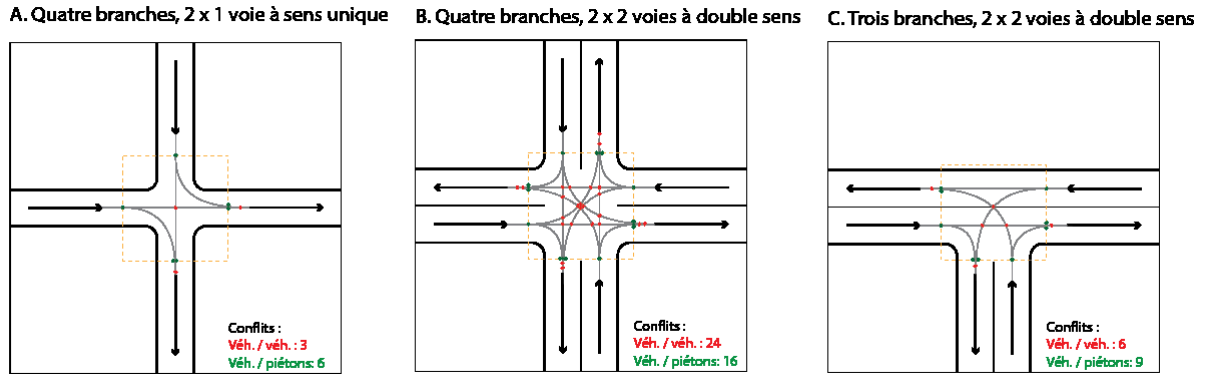


Figure 2.3 Points de conflits potentiels selon la configuration de l'intersection (tiré de : Collectivités viables, s. d.)

NACTO et GDCI (2016) proposent six principes d'aménagement afin de rendre les intersections plus sécuritaires :

- Créer des intersections compactes, quitte à les séparer;
- Simplifier la géométrie des intersections complexes;
- Prendre en compte le réseau de rues connexes pour ajuster le flux de circulation;
- Ajuster le temps des feux de circulation pour réguler la congestion;
- Augmenter l'espace dédié aux piétons;
- Prendre en compte les besoins des personnes vulnérables.

Les intersections doivent être aménagées pour être efficaces et sécuritaires pour leurs différents usagers. Les aménagements ci-dessous peuvent contribuer à améliorer la sécurité.

Intersection surélevée

Une intersection surélevée, illustrée à la figure 2.4, consiste à élever la rue à la hauteur des trottoirs. Plusieurs avantages découlent de cette pratique d'aménagement. Elle indique aux usagers que l'espace est partagé entre les différents utilisateurs de la rue. Elles permettent d'apaiser la circulation en réduisant la vitesse des automobilistes à l'intersection. Les véhicules étant forcés de ralentir, la gravité des blessures est diminuée en cas de collision. D'ailleurs, en réduisant la vitesse, le champ de visibilité des automobilistes s'agrandit et il devient plus facile de repérer les piétons ayant l'intention de traverser l'intersection. Elles permettent également une meilleure accessibilité à la rue, notamment pour les personnes à mobilité réduite. (NACTO et GDCI, 2016)



Figure 2.4 Intersection surélevée avec saillies de trottoir (tiré de : NACTO, s. d.)

Saillies de trottoir

Les saillies de trottoirs permettent à la fois de réduire la vitesse des automobilistes en réduisant la largeur des rues tout en favorisant le contact visuel entre les conducteurs et les piétons. De plus, elles permettent de réduire la distance à parcourir par les piétons et rendent la traverse plus sécuritaire pour les personnes qui marchent moins vite, comme les personnes à mobilité réduite, les personnes âgées et les enfants. (NACTO et GDCI, 2016)

Dans les rues où des espaces de stationnement sont prévus des deux côtés de la rue, des cases de stationnement peuvent être retirées pour permettre cet aménagement, sans avoir à empiéter sur les voies de circulations.

Refuge pour piétons

Selon la taille de l'intersection, traverser la rue peut devenir inconfortable, voir non sécuritaire pour certains usagers. Les refuges pour piétons, illustrés à la figure 2.5, permettent aux piétons de traverser la rue en deux temps, tout en leur offrant un endroit sécuritaire pour le faire. Ils peuvent être situés aux intersections, ou entre deux intersections si un passage piéton est présent. Tout comme les saillies de trottoir, ils permettent de réduire la distance à parcourir et d'augmenter la visibilité résultant ainsi d'une sécurité accrue. Afin de favoriser l'accessibilité aux personnes à mobilité réduite, le refuge pour piétons devrait avoir un espace de circulation qui se trouve au même niveau que la rue, évitant ainsi aux personnes en fauteuil roulant de devoir les contourner, qui résulterait en une plus grande exposition aux véhicules. (NACTO et GDCI, 2016)



Figure 2.5 Refuge piéton (tiré de : NACTO, 2017)

Protection cycliste

Même si des pistes cyclables sont présentes, les cyclistes sont particulièrement vulnérables aux intersections, surtout lorsque les véhicules effectuent des virages. Les vélos peuvent se trouver dans les angles morts des véhicules et des camions. La figure 2.6 illustre un aménagement appelé *Dutch Intersection*. Elle contient des îlots de protection (*Protective traffic island*) qui permettent de protéger les cyclistes des véhicules motorisés qui voudraient effectuer un virage. Ces îlots peuvent être plus ou moins grands selon l'envergure de la rue et l'espace disponible. L'élément clé de leur design est qu'il empêche les véhicules d'empiéter dans les voies cyclables lorsqu'ils effectuent des virages. De plus, cet aménagement place les cyclistes en avant des automobilistes. Ils ont donc la priorité lorsque la lumière devient verte et augmente leur visibilité. (Bicycle Dutch, s. d.; NACTO et GDCI, 2016)



Figure 2.6 Dutch intersection (tiré de Bicycle Dutch, s. d.)

La conception des rues doit offrir un environnement sécuritaire à l'ensemble de ses usagers (piétons, cyclistes, utilisateurs de transport en commun, automobilistes, transporteurs et les citoyens vaguant à leurs occupations). En ce sens, elles doivent être conçues en priorité pour les usagers les plus vulnérables.

2.3 La rue comme outil de gestion durable de l'eau

Comme mentionné au chapitre 1, l'imperméabilisation des surfaces et la perte de milieux naturels en milieu urbain ont eu pour effet de modifier le régime hydrologique naturel et de causer des défis de gestion des eaux de ruissellement.

Bien des municipalités sont dotées d'un réseau d'égout unitaire qui, comme illustré à la figure 2.7, recueille à la fois les eaux usées domestiques et les eaux pluviales et les envoie dans une station d'épuration. En cas de forte pluie ou de la fonte rapide de la neige, il se peut que le réseau soit si surchargé qu'il y ait des débordements d'eaux usées dans les milieux naturels, avant même qu'elles n'aient été traitées. Heureusement, depuis 1965, les eaux de ruissellement doivent être recueillies dans un réseau séparatif au Québec (MAMROT, 2011). Un réseau séparatif, illustré à la figure 2.7, permet de gérer séparément les eaux de ruissellement et les eaux domestiques. Cependant, bien des quartiers ont été construits avant cette date.

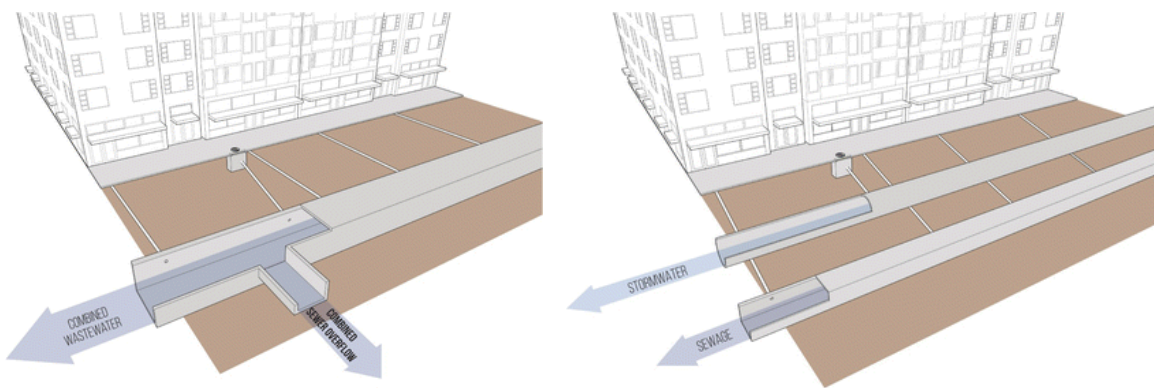


Figure 2.7 Réseau d'égout unitaire, à gauche, et réseau d'égout séparatif, à droite (tiré de : NACTO, 2017)

L'aménagement des rues présente une opportunité de repenser leur fonctionnement afin qu'elles ne soient pas simplement considérées comme des voies de mobilité, mais comme une partie intégrante de l'écosystème naturel, et ainsi permettre une gestion durable des eaux de pluie (NACTO, 2017).

« La gestion durable des eaux de pluie est une approche de planification qui vise à simuler l'hydrographie naturelle du site avant son développement, à l'aide de différentes techniques d'aménagement qui incluent la mise en œuvre de mesures de gestion des eaux pluviales et l'application de stratégies d'aménagement contribuant à diminuer l'imperméabilisation » (Boucher, 2010, p. 10).

Une gestion durable des eaux de pluie a comme objectif de réduire la quantité d'eau de ruissellement acheminée vers le réseau d'égout, en favorisant un écoulement sur une plus longue période et l'infiltration sur les lieux (Boucher, 2010).

Dans leur Guide de gestion des eaux pluviales, le MDDEFP et le MAMROT proposent des principes d'aménagements favorisant une meilleure gestion des eaux de pluie. Ceux applicables aux rues résidentielles et aux aires de stationnement sont énumérés au tableau 2.3.

Tableau 2.3 Principes d'aménagement du territoire pour favoriser une gestion adéquate des eaux pluviales (tiré de : MDDEFP et MAMROT, 2014, p. 4-18)

Rues résidentielles et aires de stationnement	1. Conception des rues de secteurs résidentiels avec les largeurs de pavage minimum pour le volume de circulation projeté.
	2. Réduction de la longueur totale des rues (objectif d'augmentation du nombre de résidences par unité de longueur).
	3. Lorsque possible, minimiser la largeur de l'emprise de rue.
	4. Minimiser le nombre de culs-de-sac et incorporer des aménagements paysagers pour réduire les débits et volumes de ruissellement.
	5. Lorsque la densité d'habitations projetée, la topographie, les sols et les pentes de terrain le permettent, favoriser l'utilisation de fossés engazonnés.
	6. Les dimensions des espaces de stationnement pour différents types d'occupation du sol devraient être réglementées avec des valeurs minimum et maximum.
	7. Les besoins en espace de stationnement devraient être révisés au besoin pour les secteurs bien desservis par le transport en commun.
	8. Réduire les surfaces imperméables des stationnements avec des lots plus petits et en utilisant des recouvrements perméables ou poreux dans certains secteurs.
	9. Promouvoir avec des incitatifs le recours à des aires de stationnement multi-étagées qui permettent de réduire l'empreinte globale.
	10. Maximiser le recours à un traitement des eaux pluviales, en utilisant des aires avec de la biorétention, des bandes filtrantes et toute autre pratique avec végétation qui favorise l'infiltration locale.

Le MDDEFP et le MAMROT font état de diverses pratiques de gestion optimale (PGO). L'aménagement des rues permet de mettre en œuvre des mesures de contrôle à la source, soit avant que l'eau n'entre dans le réseau d'égout ou qu'elle ne soit rejetée dans les milieux naturels environnants. Cela permet de désencombrer le réseau d'égout en ralentissant le volume d'eau dans le réseau, d'améliorer la qualité de l'eau et de minimiser les risques d'inondations tout en améliorant la qualité esthétique du milieu (NACTO, 2017).

Divers objectifs peuvent être fixés lorsqu'il est question de gestion des eaux pluviales et de ruissellement. Certains sont de nature hydrologique, comme la réduction de la vitesse et la réduction du volume de l'eau qui sera acheminé vers les égouts. D'autres peuvent être liés à la qualité de l'eau, donc de réduire la quantité de polluants présents dans l'eau avant que celle-ci soit rejetée dans les milieux naturels. (Société québécoise de phytotechnologie, 2018)

Selon les infrastructures de gestion de l'eau, il est possible de les utiliser aux fins suivantes :

- Détention : collecte et retiens les eaux de pluie de façon temporaire pour les rediriger vers le système d'égout de façon graduelle;
- Rétention : collecte et retiens les eaux de pluie à même le site et les relâches dans l'environnement naturel par infiltration dans le sol, évaporation et transpiration des végétaux;

- Biofiltration : filtre l'eau à l'aide de végétation et de substrat afin d'éliminer les polluants et les particules qui se retrouvent dans les eaux de ruissellement;
- Infiltration : absorbe les eaux de pluie à même le sol. (NACTO, 2017)

2.3.1 Arbres de rue

Les arbres de rues peuvent être utilisés pour la gestion durable des eaux de pluie. Ils interceptent les précipitations, améliorent leur qualité, retournent l'eau dans l'atmosphère par évapotranspiration et diminuent ainsi la quantité d'eau de ruissellement. De plus, ils permettent d'améliorer la qualité esthétique du milieu, de mitiger les effets des îlots de chaleur par création d'ombrage et par évapotranspiration, d'améliorer la qualité de l'air et de capter le dioxyde de carbone. (NACTO, 2017)

Les espèces d'arbres doivent être choisies selon leur adaptabilité au climat local et leur morphologie. En effet, les arbres ne doivent pas nuire aux différents usages de la rue. Par exemple, les branches doivent être assez hautes pour permettre la circulation piétonne, mais doivent cependant avoir une couronne assez importante pour faire de l'ombrage et intercepter les eaux de pluie.

Les arbres de rue sont insérés dans des fosses de plantation. Elles peuvent être isolées ou connectées. Selon leur taille, elles peuvent accueillir un seul arbre ou se prolonger pour en accueillir plusieurs. Ces fosses permettent de recueillir les eaux de ruissellement.

2.3.2 Zones de biorétention

La biorétention (figure 2.8) est une technique de gestion des eaux mettant à contribution les propriétés chimiques, biologiques et physiques des végétaux et des substrats (MDDEFP et MAMROT, 2014). Il est possible d'intégrer cette technologie dans l'aménagement des rues en adaptant leur design au contexte auquel il s'applique. Une aire de biorétention, aussi appelée jardin de pluie, est une dépression contenant de la végétation où sont acheminées les eaux de ruissellement. La composition en couche de différents végétaux, paillis et types de sols permet de filtrer l'eau contaminée par les divers polluants de la ville. Finalement, l'eau s'infiltre dans le sol ou est dirigée vers le réseau selon sa conception. (MDDEFP et MAMROT, 2014)

Cette pratique a comme avantage de décharger le réseau d'égout municipal en réduisant les eaux de ruissellement tout en rechargeant la nappe phréatique. De plus, les végétaux et le substrat choisis contribuent à filtrer les eaux contaminées par divers polluant se retrouvant sur les surfaces de la ville. (Boucher, 2010) Le choix des végétaux, du substrat et des dimensions de l'aire de biorétention définira sa performance. Il est donc essentiel de prendre en considération les besoins du site de l'implantation de l'infrastructure et de faire appel à des professionnels pour leur confection.



Figure 2.8 Zones de biorétention (tiré de NACTO, s. d.)

Implanter des zones de biorétention comporte de nombreux avantages :

- Amélioration de l'esthétique de la rue;
- Réduction des volumes d'eau de ruissellement;
- Réduction des polluants et des matières en suspension présents dans l'eau;
- Adaptation à l'environnement urbain existant selon le design choisi;
- Adaptation à différents climats;
- Réduction des coûts de gestion de l'eau en aval;
- Réduction des surcharges des infrastructures d'égout;
- Recharge de la nappe phréatique;
- Réduction des débits d'eau envoyés dans les cours d'eau. (MDDEFP et MAMROT, 2014)

Cependant, certaines limitations sont associées aux zones de biorétention :

- Colmatassons possible par l'accumulation de sédiments;
- Diminution de l'espace disponible pour les activités de la rue (voie de circulation, trottoir, stationnement, etc.);
- Construction coûteuse selon le design choisi. (MDDEFP et MAMROT, 2014)

2.3.3 Noues

Les noues sont différentes des fossés traditionnels, car elles ne servent pas uniquement comme infrastructure de transport de l'eau, mais procurent des fonctions plus diverses, similaires aux aires de biorétention (MDDEFP et MAMROT, 2014). Elles sont plus larges et moins profondes que les fossés. L'eau de pluie accumulée dans les noues pourra ensuite être infiltrée dans le sol ou évaporée. Elle peut être simplement recouverte de gazon ou accueillir de la végétation (figure 2.9). Les noues végétalisées permettent la biorétention et peuvent valoriser le paysage urbain par leur esthétisme selon les plantes choisies. (Versini, 2017) De plus, elles permettent d'accueillir une variété de plantations et ainsi favoriser la biodiversité urbaine (NACTO, 2017).



Figure 2.9 **Noue engazonnée et noue végétalisée** (tiré de NACTO, s. d.)

Les noues demandent plus d'espace que les bassins de biorétention, elles peuvent donc être plus difficiles à intégrer dans certaines rues où l'espace est restreint. Pour cette raison, elles sont plus souvent implantées dans des secteurs résidentiels, où il y a moins de circulation. Également, elles permettent de réduire efficacement la proportion de surface minérale. (NACTO, 2017)

Les avantages des noues sont similaires aux aires de biorétention. Elles permettent de retenir les eaux de pluie, de les infiltrer dans le sol, d'éliminer les polluants, de recharger les nappes phréatiques, d'ajouter une valeur esthétique à son emplacement et elles peuvent être installées près des bâtiments. Les inconvénients attribuables aux noues sont le colmatage potentiel, la nécessité d'entretien et elles ne sont pas adaptées aux endroits avec de fortes pentes. (Versini, 2017)

2.3.4 Surfaces perméables

Le pavage perméable est fait d'un matériau qui laisse passer l'eau de pluie, qui pourra ensuite s'infiltrer dans le sol. Les matériaux potentiels sont le béton ou l'asphalte poreux, les pavés poreux ou les mailles de plastiques. (Boucher, 2010) Ce pavage peut être appliqué à une proportion de la rue, par exemple à la piste cyclable ou aux trottoirs (NACTO, 2017).

Avant d'implanter le pavage perméable, il est primordial d'analyser quel sera son contexte d'usage. Les pavages perméables sont moins résistants que les matériaux traditionnels utilisés sur les routes. Ils ne devraient pas être utilisés dans les zones de forte circulation et là où des véhicules lourds circulent. Leur entretien est important afin qu'ils continuent à fonctionner correctement, car les sédiments accumulés peuvent réduire la perméabilité des surfaces. (NACTO, 2017)

Le choix d'une infrastructure de gestion de l'eau doit être sélectionné selon le contexte de la rue, les besoins en gestion de l'eau et l'espace disponible. De plus, il est possible d'adapter leur design selon les différents besoins.

2.4 La rue comme outil pour favoriser la biodiversité urbaine

Comme mentionné au chapitre 1, l'urbanisation est un élément déterminant de la perte, de la fragmentation et de la dégradation des habitats naturels, et ainsi du déclin de la biodiversité. En milieu urbain, les anciens paysages naturels ont été remplacés par des infrastructures urbaines fortement minérales. Entre ces villes, les réseaux routiers fragmentent les milieux naturels et nuisent aux déplacements de certaines espèces. (Geneletti, 2016)

La biodiversité est essentielle à la survie de l'être humain, notamment en rendant des services fondamentaux, tels que fournir de la nourriture, de l'eau, de l'oxygène, etc. Cependant, dans les villes, la nature se fait rare et la biodiversité est généralement faible. En effet, les milieux naturels étaient souvent considérés comme des obstacles lors du développement des infrastructures humaines (Boucher et Fontaine, 2010). Ils ont donc été détruits et remplacés par l'environnement bâti qu'on connaît aujourd'hui.

La nature offre une panoplie de services aux humains et améliore la qualité de vie. L'ensemble des services rendus par la nature est communément appelé services écosystémiques (SE). Bien que les bénéfices de la nature soient connus depuis longtemps, c'est avec les travaux de l'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (EM) que ce concept s'est propagé à l'échelle internationale et a commencé à être intégré dans les politiques publiques et les diverses prises de décisions touchant la nature. À la suite de cela, de nombreuses études ont permis d'avoir une approche plus intégrée de la biodiversité, et de rendre compte de la relation entre la nature et l'être humain. (Méral et Pesche, 2016) La notion de SE a modifié la vision traditionnelle de la relation Homme/nature. Notamment en démontrant qu'autant les humains ont une influence sur la nature, mais que la nature aussi influence l'humain, et ce sur plusieurs aspects. Ils contribuent au bien-être des humains, autant sur les aspects environnementaux, sociaux et économiques.

En milieu urbain, les milieux naturels n'ont pas tous la même valeur et ne sont pas répartis uniformément sur le territoire. Cela peut créer une disparité dans les SE de proximité fournis aux citoyens, comme l'amélioration de la qualité de l'air et le rafraîchissement de l'air ambiant. En effet, les quartiers les plus densément peuplés ou achalandés laissent souvent peu de place aux milieux naturels d'envergure. Cependant, ils bénéficieraient de services tels que la diminution des îlots de chaleur, la purification de l'air, etc.

Les écosystèmes procurent une variété de bienfaits, mais peuvent également être associés à des nuisances pour les citoyens. Ils se traduisent par des nuisances réelles ou perçues. Wilkerson et al. (2018) proposent une série de SE les plus pertinents en contexte urbain, ainsi que des nuisances, lesquels sont revus au tableau 2.4.

Tableau 2.4 Services écosystémiques pertinents en contexte urbain (tiré de Wilkerson et al., 2018)

Catégorie	Services ou nuisances
Services d’approvisionnement	<ul style="list-style-type: none"> • Nourriture; • Eau.
Services de régulation	<ul style="list-style-type: none"> • Régulation de la température; • Réduction du bruit; • Modération des extrêmes climatiques; • Contrôle des eaux de ruissellement; • Traitement des eaux usées et des déchets; • Pollinisation et dispersion des semences; • Régulation du climat local.
Services culturels	<ul style="list-style-type: none"> • Récréation; • Tourisme; • Esthétisme; • Développement cognitif; • Cohésion sociale et sentiment d’appartenance.
Services de support (ou de soutien)	<ul style="list-style-type: none"> • Habitat pour la biodiversité.
Nuisances réelles ou perçues (disservices)	<ul style="list-style-type: none"> • Vue obstruée; • Allergies; • Accidents; • Peur et stress; • Dommages aux infrastructures; • Compétition avec les humains pour l’habitat.

La problématique associée à la gestion des milieux naturels urbains n’est pas chose simple. D’un côté, les zones urbaines sont responsables de l’affaiblissement de la biodiversité causé par diverses pressions anthropiques. D’un autre côté, les villes sont dépendantes de la nature, étant donné qu’elles regroupent la majorité de la population et que les SE sont essentiels aux humains. (Geneletti, 2016) De plus, les SE futurs sont incertains et leur rendement n’est pas une science exacte, surtout dans un contexte de changements climatiques. Pour cela, il faut faire une gestion adaptative de la biodiversité afin de s’adapter aux diverses modifications (Carpenter, Bennett et Peterson, 2006). Les milieux urbains peuvent se transformer rapidement pour répondre aux besoins des citoyens. En ce sens, une attention particulière doit être donnée afin d’atteindre un équilibre entre le développement urbain et la protection des écosystèmes. En repensant les rues comme partie intégrante de l’écosystème, il est possible de construire des villes résilientes, durables et plus agréables (NACTO, 2017).

2.4.1 Verdissement des rues

Il existe diverses façons d’intégrer des espaces verts dans les villes. Par exemple, on peut les trouver dans des parcs, des arbres de rues, des jardins, des fosses de plantations, des toitures et des façades végétalisées, etc. L’ensemble de la nature dans les villes fournit des SE, plus ou moins importants. (Gunawardena, Wells et Kershaw, 2017)

Ramener la végétation à l’échelle de la rue comporte de nombreux avantages environnementaux, sociaux et économiques (figure 2.10). D’ailleurs, Boucher et Fontaine (2010, p. 28) dressent une liste des avantages que tirent les municipalités des SE :

- « L'accroissement des revenus;
- Le soutien à la vitalité commerciale;
- L'amélioration de la qualité du cadre de vie;
- La modération des conditions météorologiques extrêmes;
- L'amélioration de la qualité de l'air;
- La lutte contre certaines espèces nuisibles;
- Le maintien des espèces par la dispersion des graines et la pollinisation des végétaux;
- La régulation du cycle hydrologique;
- L'amélioration de la qualité de l'eau et du sol;
- La stabilité des berges;
- La contribution à la spécificité des municipalités. »

La source de nature la plus répandue dans les rues est les arbres de rue. En effet, la majorité des villes les intègrent à leur trottoir, dans la même lignée que les lumières de rues, les mobiliers urbains ou les poteaux hydro-électriques et de téléphone. Afin d'augmenter le taux de végétation sans toutefois occuper trop d'espace sur l'emprise de la rue, il est possible de la combiner avec d'autres infrastructures. Par exemple, les saillies de trottoir végétalisées permettent à la fois d'augmenter la sécurité des piétons tout en implantant de la végétation à la rue. Les terre-pleins centraux, les fosses de plantation des arbres et les refuges pour piétons sont également de bons exemples de végétalisation des rues permettant d'atteindre divers objectifs.

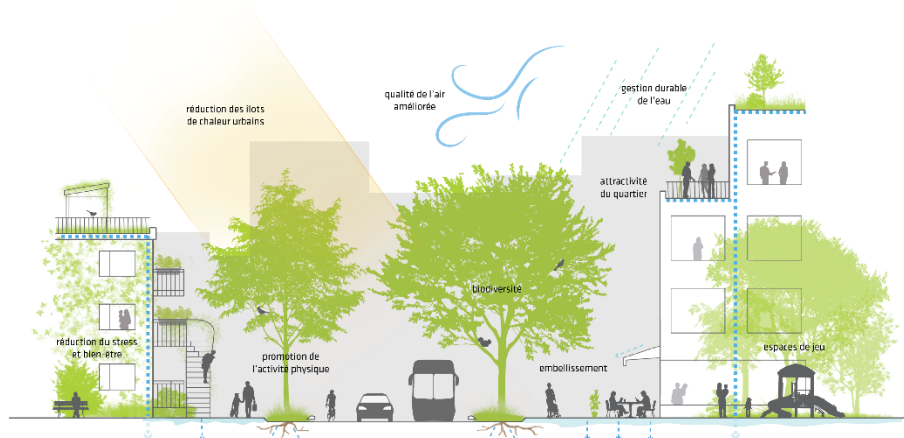


Figure 2.10 Avantages du verdissement (tiré de : Collectivités viables, s. d.)

2.4.2 Corridors de biodiversité

Les rues, étant donné qu'elles parcourent l'ensemble de la ville, ont le potentiel de créer des corridors de biodiversité. Elles permettent de relier plusieurs pôles de biodiversité, et ainsi augmenter la connectivité des milieux.

Le projet Darlington, illustré à la figure 2.11, est un exemple de corridor écologique implanté à l'échelle de la rue. C'est un projet de corridor écologique implanté sur la rue Darlington à Montréal qui relie le Mont-Royal, l'écoterritoire du ruisseau Bertrand et le Campus Outremont. Il permet « le mouvement des espèces et la pérennité de la biodiversité du mont Royal en facilitant de surcroît le déplacement des individus » (Université de Montréal, s. d.).



Figure 2.11 Le corridor écologique Darlington (tiré de : Université de Montréal, s. d.)

Ce projet s'insère dans un objectif de lutte et d'adaptation aux changements climatiques. Notamment, il permet une gestion durable des eaux, il accueille un réseau cyclable favorisant un mode de transport alternatif à l'automobile, il est constitué de divers aménagements et plantations qui favorisent la biodiversité et diminuent l'effet d'îlot de chaleur et rend la rue conviviale pour l'ensemble de ses usagers. (Université de Montréal, s. d.)

2.5 La rue comme espace public

Depuis plusieurs décennies, les milieux urbains ont été aménagés en mettant de côté la dimension humaine. En effet, la ville nord-américaine classique est principalement axée sur l'utilisation de l'automobile. Pendant de nombreuses années, l'espace public, la marche et les lieux de socialisation ont été négligés de la planification urbaine, notamment avec le courant modernisme. (Gehl, 2010) La ville qui en a découlé est étalée et ségrégée.

Une diversité des fonctions est présente à l'échelle du territoire de la ville. En effet, on y trouve des zones résidentielles, commerciales et des pôles industriels. Cependant, à l'échelle du quartier, il y a souvent un

manque de mixité. L'aménagement a contribué à la faible utilisation du transport actif et à la surutilisation de l'automobile. Le déclin des piétons a eu comme conséquence de diminuer le nombre de personnes dans les rues, et ainsi de faire disparaître la vie urbaine. Or, ce n'a pas toujours été le cas.

« De tous temps, la rue a été un espace de vie permettant l'interaction des personnes autour d'activités sociales, économiques et culturelles : habitation, échanges commerciaux, socialisation, etc. Ce n'est que récemment, avec la popularisation de l'automobile, que son rôle a été restreint à celui de corridor de circulation. » (Vivre en Ville, 2014 a, p. 38)

L'urbanisme d'aujourd'hui tente de renverser la tendance de la ville axée sur l'automobile. Dans cette optique, les rues doivent être aménagées afin d'encourager la vie urbaine. La rue construite « à échelle humaine » doit miser sur la vie piétonne. Tout d'abord, les citoyens doivent avoir une raison d'emprunter la rue, il faut donc que des commerces et services soient présents à proximité. Ensuite, il est essentiel que les déplacements actifs soient possibles et sécuritaires, notamment grâce aux infrastructures piétonnes. Également, l'aménagement de la rue doit permettre aux citoyens de s'approprier l'espace, par exemple avec des espaces publics confortables, conviviaux et sécuritaires. De plus, la rue doit être esthétiquement attrayante. Elle peut être agrémentée par du mobilier urbain, de la végétation, le design des bâtiments, etc. (Collectivités viables, s. d.)

Vivre en Ville (2014a) propose des principes permettant de guider la conception d'écoquartiers dans son ouvrage « Objectif écoquartiers ». Les principes s'appliquant à l'échelle de la rue sont illustrés à la figure 2.12. Ces derniers favorisent la conception d'une rue à échelle humaine, et non pas axée sur l'automobile. Chacun des principes est expliqué dans le document. Selon Vivre en Ville, afin d'assurer la « Qualité des aménagements publics », les six sous principes suivants devraient être rencontrés : des trottoirs de largeur adéquate à leur achalandage, des aménagements confortables et sécuritaires toute l'année, la qualité des matériaux et des mobiliers urbains, la présence de végétation, des éléments visuels variés et répartis sur la rue, de l'information sur le quartier ainsi qu'un éclairage de qualité (Vivre en Ville, 2014a).

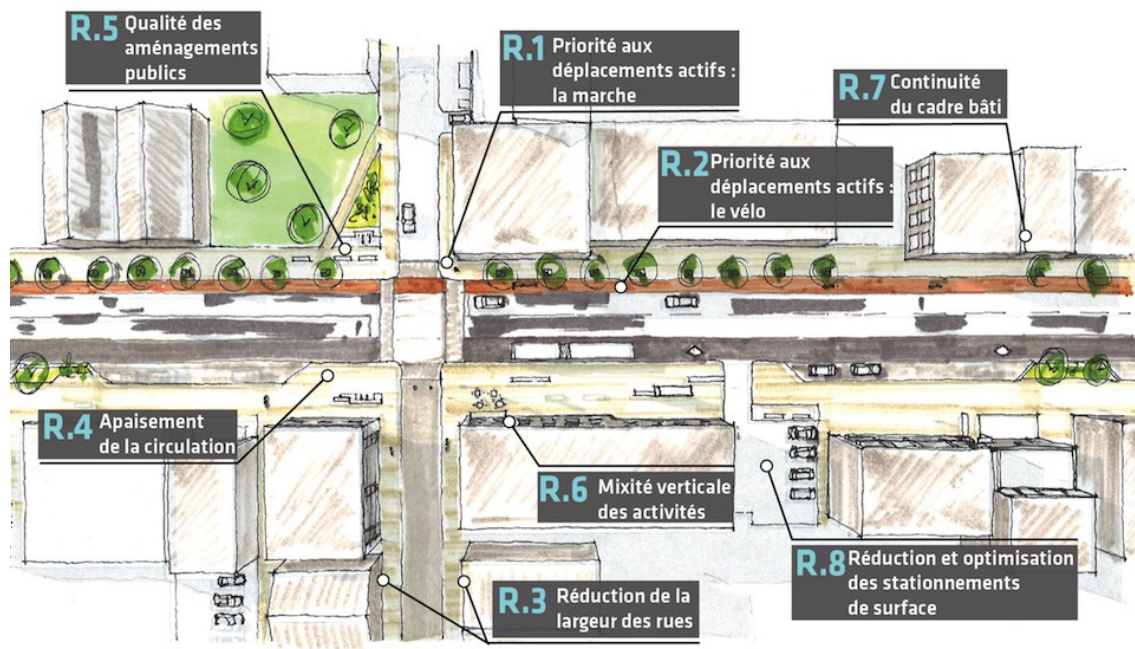


Figure 2.12 Principes d'aménagement pour des rues à échelle humaine (tiré de : Vivre en Ville, 2014a)

La rue comme espace public permet de redonner une vitalité à la ville. En étant plus conviviale, elle attirera plus de personnes, augmentera la vitalité des commerces et sera même plus sécuritaire. En effet, selon Jane Jacobs (2012), le meilleur moyen d'enrayer la criminalité des rues est ayant le plus d'yeux possible sur la rue. Ainsi, les citoyens effectuent une autosurveillance des lieux et cela décourage les actes mal intentionnés. Une rue achalandée, à tout moment de la journée, devient donc plus sécuritaire qu'une rue où personne ne passe.

Un exemple d'aménagement qui favorise l'espace public à même la rue est le *parklet*, appelé « placottoir » ou « stationnement pour piétons » au Québec. C'est un espace aménagé dans les cases de stationnements en bordure de rue. Ils permettent de créer des lieux de rencontre sans toutefois empiéter sur la chaussée ou le trottoir. Du mobilier urbain, des terrasses ou de la végétation peuvent y être installés. (Collectivités viables, s. d.) La figure 2.13 illustre un placottoir installé sur la rue De Castelnau à Montréal. Cet aménagement temporaire permet de dynamiser le quartier.

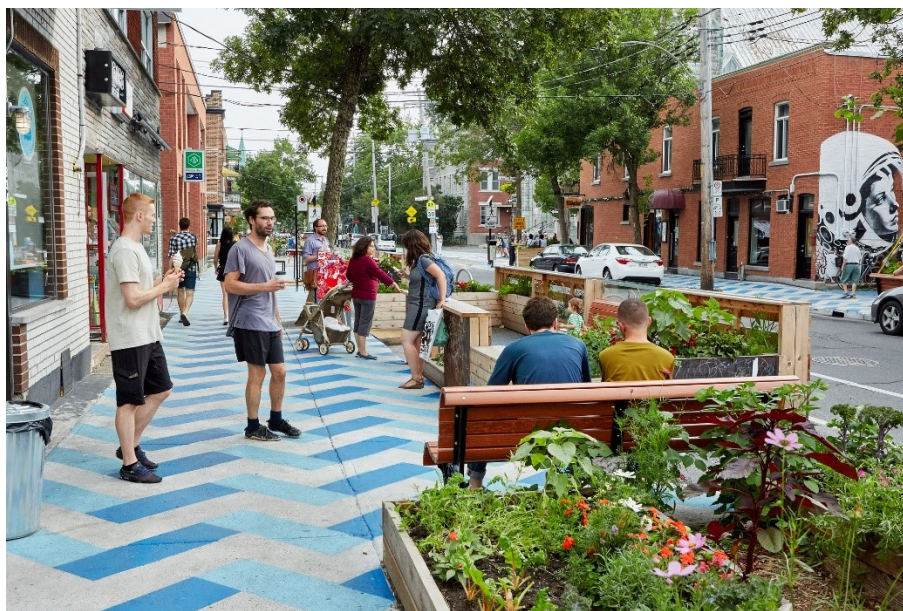


Figure 2.13 Placottoir de la Place De Castelnau (tiré de : Collectivités viables, s. d.)

La confection de nouvelles rues devrait donc être envisagée comme un espace public pour les citoyens. Pour ce faire, elles doivent être favorables aux déplacements actifs, conviviales, sécuritaires, végétalisées, etc. Pour ce qui en est des rues existantes, elles peuvent être réaménagées pour favoriser la vie urbaine.

2.6 Exemples de cas inspirants

Les initiatives d'aménagement de rue prenant en compte divers enjeux environnementaux et sociaux se multiplient aux quatre coins de la planète. La section qui suit présente donc cinq exemples de cas inspirants de transformation de rues.

2.6.1 Le réaménagement du boulevard St Joan

Les figures 2.14 et 2.15 illustrent le réaménagement du boulevard St Joan, à Barcelone. Le projet avait deux principaux objectifs : donner plus d'espace aux piétons et transformer ce boulevard en une zone verte. La zone piétonne a été agrandie de 12,5 m à 17 m de chaque côté, dont 6 m sont consacrés aux piétons et 11 m sont aménagés comme espace public. Dans la portion destinée à l'espace public, deux rangées d'arbres ont été ajoutées, aux alentours des arbres centenaires existants. Également, du mobilier urbain a été intégré pour rendre le milieu plus convivial. Les voies de transport ont aussi été réaménagées afin de pouvoir accueillir des voies d'autobus, des pistes cyclables et des voies automobiles. (Becker, Lampe, Negussie et Cachola Schmal, 2018)



Figure 2.14 Coupe du boulevard St Joan (Tiré de Landezine, s. d.)



Figure 2.15 Photo du boulevard St Joan (Tiré de Landezine, s. d.)

Le réaménagement de ce boulevard, en plus de créer un milieu de vie convivial pour les citoyens, favorise les modes de transports actifs et collectifs, accroît la biodiversité en ville et diminue la proportion d'espace consacrée aux automobiles. De plus, le nouveau boulevard a permis de revitaliser la vie commerciale (Becker, Lampe, Negussie et Cachola Schmal, 2018).

2.6.2 La transformation en rue piétonne de la rue Strøget

Rendre une rue piétonne est un excellent moyen de donner moins de place à l'automobile dans les villes. La rue Strøget illustrée à la figure 2.16, à Copenhague, a été convertie en rue piétonne en 1962 en tant qu'expérimentation afin de voir si ce mode d'aménagement était viable au Danemark. Strøget était la rue principale de la ville, avec une occupation mixte de commerces et de résidences. Avant son implantation, de nombreux acteurs, notamment les propriétaires des commerces, étaient perplexes et prônaient le fait que la viabilité commerciale ne serait pas possible sans circulation automobile. Cependant, ce projet a prouvé le contraire. Au niveau spatial, l'espace dédié aux piétons a augmenté de 600 % et les espaces

extérieurs commerciaux (terrasses) de 81 %. Le volume de piétons a augmenté de 35 %, des gens s'arrêtant dans les commerces et qui pratiquent des activités sur la rue de 400 % et les revenus des commerces ont eux aussi augmentés. (NACTO et GDCI, 2016)



Figure 2.16 La rue Strøget avant et après sa transformation en rue piétonne (tiré de : GDCI, s. d., p. 198)

Les rues piétonnes permettent aux citoyens de se réapproprier l'espace public. Cependant, leur implantation doit être choisie stratégiquement. Par exemple, les rues avec de nombreux commerces et services sont plus propices à ce type d'aménagement, car les citoyens ont une raison d'y accéder, outre le simple fait qu'il soit agréable d'y circuler. En retirant les voitures, il devient possible de prolonger les commerces à l'extérieur, par exemple en y installant des terrasses. (NACTO et GDCI, 2017)

2.6.3 Le projet de gestion de l'eau *SEA Street*

Le *Street Edge Alternatives (SEA Streets)* est un projet pilote de gestion de l'eau à même l'emprise de la rue qui a été réalisé en 2001 à Seattle (figure 2.17). L'objectif premier était de drainer l'eau de ruissellement en imitant les conditions retrouvées en milieu naturel. Pour y parvenir, les surfaces imperméables ont été réduites de 11 % par rapport aux rues traditionnelles et des techniques de biorétention (des noues végétalisées) ont été mises en place. La reconfiguration de l'espace a permis de planter 100 arbres et 1 100 arbustes. (Matsuno et Chiu, s. d.)

Bien que l'objectif principal de ce projet fût de gérer les eaux de pluie à la source afin de décharger le système d'égout, la dynamique de cette rue résidentielle de faible densité a complètement changé. L'aménagement de la chaussée a été repensé afin de réduire la vitesse automobile, qui a eu comme effet d'accroître la sécurité des résidents et d'en faire une destination de choix pour les citoyens. La voie de circulation automobile n'est pas en ligne droite comme les rues traditionnelles, mais est dessinée de façon sinueuse et plus étroite que les rues traditionnelles. (Matsuno et Chiu, s. d.)



Figure 2.17 **Projet de rue SEA street à Seattle** (tiré de : Matsuno et Chiu, s. d., p. 5-6)

2.6.4 La rue Saint-Maurice à Trois-Rivières

Afin de s'attarder à la problématique de gestion des eaux pluviales, Trois-Rivières a lancé le grand projet de la rue Saint-Maurice qui s'est déroulé en plusieurs étapes. Premièrement, la ville a évalué la possibilité d'implantation de biorétention lors du réaménagement de la rue. Ensuite, une étude géotechnique complète a été réalisée sur 1,3 km et une étude de faisabilité a été réalisée par une firme externe. Plusieurs scénarios ont été envisagés et c'est le scénario présenté à la figure 2.18 qui a été sélectionné selon différents critères d'aménagement. Une consultation des citoyens a également permis de cerner quels étaient les préoccupations et les besoins de ces derniers. Finalement, des plans et devis de projet ont été réalisés, prévoyant la plantation de végétation (135 arbres, 1 067 arbustes et 18 000 vivaces et graminéoïdes), un élargissement des trottoirs, des intersections plus sécuritaires, un rétrécissement des voies de circulation et du stationnement en alternance des deux côtés de la rue. (St-Laurent et Dumont, s. d.)



Figure 2.18 **Scénario choisi à l'interne** (tiré de : St-Laurent et Dumont, s. d., p. 12)

La confection de la nouvelle rue résidentielle a été réalisée en 2017 et 2018. Tel qu'illustré à la figure 2.19, le projet pilote de la rue Saint-Maurice a permis « de réduire les îlots de chaleur, d'augmenter la présence de végétaux, d'embellir le paysage, d'améliorer la sécurité du quartier pour les piétons et les automobilistes ainsi que de favoriser le réapprovisionnement de la nappe phréatique en eau potable grâce à une saine gestion des eaux pluviales » (Ville de Trois-Rivières, s. d.).



Figure 2.19 Le grand projet de la rue Saint-Maurice (Tiré de : Ville de Trois-Rivières, s. d.)

2.6.5 L'avenue Papineau à Montréal

Le réaménagement de l'avenue Papineau à Montréal (figure 2.20) est un projet pilote en gestion écologique des eaux pluviales. Plusieurs problématiques ont été abordées dans ce projet, dont la place réservée aux piétons. En effet, certaines parcelles de l'avenue ne comportaient aucune infrastructure piétonne. Lors du réaménagement, un espace piéton convivial et durable a été ajouté pour faciliter la mobilité active. Également, l'ajout d'infrastructures vertes dans l'emprise de la rue a permis d'atténuer l'effet d'îlot de chaleur tout en permettant une gestion écologique des eaux de pluie. L'ajout de bassins végétalisés permet la rétention des eaux de ruissellement. (Ville de Montréal, 2019)

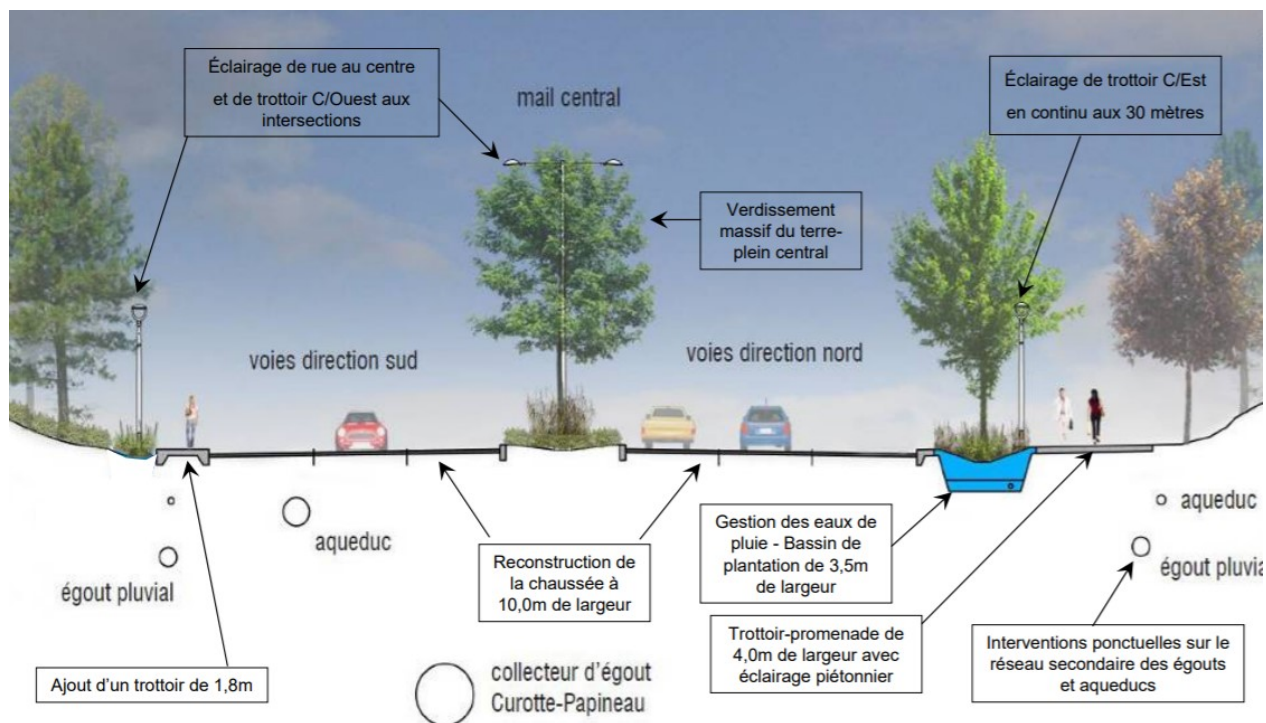


Figure 2.20 Coupe de l'avenue Papineau (tiré de : Ville de Montréal, 2019)

Le projet permet une gestion complète des pluies fréquentes (0-2 an) et un rejet à l'égout minime pour plus de 95 % des pluies. La plantation d'environ 300 arbres, de plus de 2 500 arbustes et de 35 000 vivaces et graminées a pour effet d'augmenter la biodiversité *in situ* et de créer un lieu avec les milieux naturels environnants. Les plantations ont été choisies pour leur adaptabilité à leur environnement et l'infiltration des eaux de ruissellement imitant les conditions en milieu naturel. Ainsi, la diminution des volumes d'eau envoyés à l'usine d'épuration d'eau permet de réduire les coûts d'opération. D'ailleurs, le secteur était sujet aux débordements vu les grands volumes d'eau envoyés aux infrastructures d'égout. Le projet permet également de sensibiliser la population aux enjeux environnementaux et le *monitoring* du site permet de faire un suivi de l'efficacité des infrastructures. Ces données seront utilisées pour la création d'autres projets d'aménagement durable de la rue. (Ville de Montréal, 2019)

3. ANALYSE DE CAS

Comme plusieurs municipalités au Québec, la Ville de Bromont réfléchit à son développement dans une optique de développement durable. En ce sens, le présent chapitre a pour objectif d'étudier le *Guide de conception et de préparation de projets en infrastructures* de la Ville de Bromont afin d'en faire ressortir les forces, les faiblesses, les potentiels et les contraintes face aux enjeux de développement durable qui ont précédemment été abordés dans cet essai. Cette analyse permettra d'émettre des recommandations (chapitre 4) pour la confection des rues des nouveaux développements de la ville.

Ce chapitre est donc scindé en trois parties. En premier lieu, une brève mise en contexte permet de cerner la réalité de la Ville de Bromont, qui permettra de faire une analyse qui prend en compte la situation particulière de la municipalité. Ensuite, la méthodologie est présentée et finalement l'analyse est effectuée.

3.1 Mise en contexte

Bromont se situe en Montérégie, dans la municipalité régionale de comté (MRC) de Brome-Missisquoi. Lors du recensement de 2016, elle accueillait 9 041 habitants sur une superficie de 114,13 km², comparativement à 7 649 en 2011 (Statistique Canada, 2017). Sa diversité de milieux naturels en fait une attractivité autant pour ses activités récréotouristiques que comme milieu de vie. Près du tiers du territoire est occupé par le massif du mont Brome, caractérisant le paysage de la ville. Également, la municipalité est traversée par la rivière Yamaska et comporte divers plans d'eau comme le lac Brome. Comme la majorité des milieux ruraux, la ville s'articule autour de ses noyaux villageois (West Shefford et Adamsville) autour desquels des secteurs résidentiels et industriels se sont développés. De plus, les activités agricoles et agroforestières caractérisent une partie de son territoire. (Ville de Bromont, 2017b)

La ville de Bromont a vu sa population augmenter au début des années 2000, ce qui l'a poussée à encadrer davantage son développement. La croissance démographique devrait continuer jusqu'en 2031. La ville s'est dotée d'un *Plan de développement durable* en 2012 qui énonce cinq grandes orientations : « Bâtir ensemble une économie responsable, Développer le territoire de manière durable, Gérer notre eau de manière intégrée et responsable, Créer une communauté enrichissante et accueillante pour les visiteurs et Utiliser efficacement nos ressources et diminuer les gaz à effet de serre » (Ville de Bromont, 2012, p. 25). Par la suite, le *Plan d'urbanisme* a été renouvelé en 2017.

« Le nouveau plan [d'urbanisme] vise à planifier la prochaine vague de développement de la ville, en misant sur la consolidation de son centre et en abordant les principaux enjeux relatifs à la qualité des milieux de vie, à la mobilité, au récréotourisme, aux activités industrielles, à l'agriculture, au patrimoine, aux paysages et aux milieux naturels. » (Ville de Bromont, 2017b, p. 3)

Comme la majorité des municipalités québécoises, la Ville de Bromont suit la tendance du vieillissement de la population. La proportion d'habitants entre 50 et 64 ans a augmenté de 32 % entre 2006 et 2011 et celle

de plus de 65 ans a augmenté de 75 % (Ville de Bromont, 2017b). Ainsi, une bonne partie de la population bromontoise est à la retraite ou le sera dans les prochaines années.

Bromont a son développement à cœur et prône les bonnes pratiques. La ville est consciente des défis des développements passés, comme le manque de mixité dans la majorité des quartiers résidentiels, l'étalement urbain qui rend l'utilisation de la voiture indispensable, etc. Cependant, la ville a comme objectif de se développer de façon durable dans le futur. Elle s'est d'ailleurs dotée d'un *Programme particulier d'urbanisme* (PPU) qui vise son centre-ville, et qui a été fait dans une démarche de développement durable. Il inclut une analyse de la situation actuelle ainsi que des zones prioritaires de développement. Le PPU se base sur trois approches distinctes (opérationnelle, morphologique et identitaire), ainsi que sur le document *Objectif écoquartiers* de Vivre en ville.

3.2 Méthodologie

Afin d'analyser le *Guide de conception et de préparation de projets en infrastructures* de la Ville de Bromont, il est important de prendre en compte à la fois le présent guide, mais également le contexte dans lequel il est appliqué, soit les particularités de la ville. En ce sens, la méthode d'analyse choisie est la méthode SWOT, qui tire son nom des acronymes anglais *Strengths*, *Weaknesses*, *Opportunities* et *Threats*. En français, les termes utilisés sont respectivement Forces, Faiblesses, Potentiels et Contraintes (FFPC). L'avantage de cette méthode est qu'elle permet à la fois d'analyser les facteurs internes et externes. Cette réflexion est souvent utilisée dans les organisations pour définir les stratégies et les actions à entreprendre. (Sadeghi, Panahi et Ravaei, 2018) Ici, elle sera utilisée pour proposer un aménagement pour les rues des prochains développements de la ville.

Pour que ce type d'analyse s'adapte aux besoins de l'étude, les forces et faiblesses permettront d'analyser le guide en tant que tel, soit l'évaluation « interne ». La partie « externe », donc les potentiels et les contraintes, s'attaquera au contexte sociodémographique et aux orientations et visions de la ville par le biais de données recueillies sur le site de la ville, du *Plan d'urbanisme* (Ville de Bromont, 2017b) et du *Plan de développement durable* (Ville de Bromont, 2012).

Afin de structurer l'analyse, le tableau 3.1 énonce des indicateurs qui ont été basés sur les éléments abordés dans le chapitre 2 de cet essai. Les cinq thèmes abordés au précédent chapitre sont intégrés à travers les différents points d'intérêts.

Tableau 3.1 Indicateurs et points d'intérêts pour l'analyse FFPC (Inspiré de : Sadeghi, Panahi et Ravae, 2018, p. 135; Vivre en Ville, 2014a)

Critères de performance	Points d'intérêt
Incitation aux déplacements actifs : marche et vélo	<ul style="list-style-type: none"> • Environnement favorable aux piétons; • Présence d'infrastructures piétonnes et cyclables (trottoirs, pistes cyclables, voies réservées, etc.); • Mesure de protection des cyclistes; • Présence de traverses piétonnes; • Aménagement des intersections de façon à augmenter la visibilité et diminuer les distances à parcourir.
Incitation au transport en commun	<ul style="list-style-type: none"> • Voies réservées; • Arrêts d'autobus accessibles (relié au réseau de transport actif) et sécuritaires.
Intersections sécuritaires	<ul style="list-style-type: none"> • Les traverses piétonnes doivent être visibles; • Rayon de courbure réduit; • Saillies de trottoir; • Refuge piéton; • Arrêts d'autobus accessibles; • Aménagement paysager; • Éclairage de rue;
Apaisement de la circulation/moins de place à l'automobile	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution de la vitesse; • Diminution de la largeur des rues; • Élargissement des trottoirs; • Présence d'infrastructures de diminution de la vitesse automobile.
Infrastructures vertes (biodiversité et gestion de l'eau)	<ul style="list-style-type: none"> • Arbres de rue; • Infrastructures vertes pour la gestion de l'eau de ruissellement.
La rue comme espace public	<ul style="list-style-type: none"> • Qualité esthétique du paysage; • Réduction des stationnements de surface; • Présence de mobilier urbain.

3.3 Analyse

Avant de commencer l'analyse, il est important de comprendre l'intention du *Guide de conception et de préparation de projets en infrastructures* de la Ville de Bromont. Il constitue une « ligne directrice pour les professionnels en conception et préparation de projet en infrastructures » (Ville de Bromont, 2017a, p. 1-1). Ce guide n'est donc pas une fin en soi, mais bien des exigences minimales requises lors de travaux touchants aux projets en infrastructure afin de normaliser les différentes constructions. Les lois et réglementations en vigueur de la municipalité et de tous les niveaux de gouvernements supérieurs (MRC, gouvernement provincial et gouvernement fédéral) devront être appliquées.

3.3.1 Incitation au transport actif : la marche et le vélo

Le guide ne mentionne aucune directive concernant la construction d'infrastructures piétonnes et cyclables telles que les trottoirs et les pistes cyclables. D'ailleurs, aucune des coupes de chaussée présentée à l'annexe 4 du guide n'inclut de trottoirs ou de voies cyclables, autant pour les routes rurales que pour les routes urbaines. En effet, les gabarits proposés présentent uniquement des normes pour la chaussée et non pour l'emprise totale de la rue. Il est donc laissé à la discrétion de l'entrepreneur le choix de

l'aménagement en bordure de chaussée. La seule mention au guide d'infrastructures piétonnes et cyclables est la suivante :

« Pour les secteurs à proximité de sentiers municipaux et de pistes cyclables, des espaces de stationnements devront être aménagés afin de favoriser l'accessibilité à ces sentiers et ces pistes aux usagers et d'harmoniser cet usage à la vie de quartier. » (Ville de Bromont, 2017a, p. 1-3)

Bien que l'aménagement de stationnements en proximité de sentiers et de pistes cyclables favorise la mobilité active pour usages récréatifs, ils sont moins propices à la mobilité active dans les déplacements quotidiens. De plus, afin de favoriser les transports actifs, la sécurité des usagers est essentielle. Le guide mentionne que « toutes les signalisations verticales et horizontales devront être définies avec une attention particulière à la sécurité des piétons et des voies cyclables. » (Ville de Bromont, 2017a, p. 6-8) Également, il est indiqué que « L'intersection est un endroit de conflit de circulation entre les véhicules provenant des différentes approches et des autres usagers tels que les cyclistes et les piétons. » (Ville de Bromont, 2017a, p. 6-7) Cependant, aucune mesure concrète ou exemple « d'attention particulière » n'est décrite, laissant ainsi un flou dans l'applicabilité du concept de sécurité envers les piétons et les cyclistes.

Bromont est consciente que son aménagement rend les transports actifs difficiles. Dans son *Plan de développement durable*, la ville décrit la population comme étant dépendante de l'automobile et qu'ainsi, « [...] des changements majeurs dans nos habitudes et comportements seront nécessaires pour réduire la production de GES à Bromont. » (Ville de Bromont, 2012, p. 95). D'ailleurs, dans ce même document, la Ville de Bromont s'est engagée à adopter un plan de transport actif et à « installer des supports à vélos près des édifices municipaux et des espaces publics » (Ville de Bromont, 2012, p. 101). Afin d'atteindre ses engagements, son programme particulier d'urbanisme pour le centre-ville énonce l'objectif de « favoriser les déplacements actifs par la promotion des pistes multifonctionnelles » (Ville de Bromont, 2017c, p. 26). De plus, le chapitre 22 du *Règlement relatif aux plans d'implantation et d'intégration architecturale* (PIIA) de la Ville de Bromont traite des « dispositions relatives au plan directeur d'aménagement (pda10) des zones prioritaires de développement ». Dans ce document, des objectifs d'aménagements sont énoncés, dont « favoriser les déplacements actifs » (Ville de Bromont, 2017f, p. 104). Les projets de nouvelle construction seront évalués selon certains critères que les promoteurs devront respecter. Un des critères pour le tracé des rues et infrastructures publiques est « L'aménagement de liens favorisant les déplacements actifs sont planifiés dans le projet, permettant aux futurs résidents d'accéder sans voiture au pôle centre et aux noyaux villageois » (Ville de Bromont, 2017f, p. 105).

Le guide, dans sa forme actuelle, ne favorise donc pas formellement une implantation d'infrastructures piétonnes et cyclables lors de la confection de nouvelles rues. Cependant, les différents documents d'urbanismes émettent des objectifs et des directives visant à une meilleure intégration des piétons et des cyclistes à son réseau routier.

3.3.2 Incitation au transport en commun

Le concept de transport en commun est totalement absent du guide. Or, la faible densité de population de la ville rend difficile l'implantation d'un service de transport en commun fiable et efficace. D'ailleurs, en 2011, seulement 3 % de la population active de Bromont utilisait le transport en commun (Ville de Bromont, 2017b). En effet, le service est très limité, ce qui rend son usage peu attractif. Il existe un service de transport interurbain privé reliant la ville avec Montréal (avec un arrêt à Longueuil) et un autre avec Sherbrooke (allant aux universités de Sherbrooke et Bishop). Deux arrêts sont présents sur le territoire de Bromont, un à la sortie 74 de l'autoroute 10 (stationnement incitatif), et un autre au dépanneur Shefford. Le stationnement incitatif est excentré de la ville et aucune navette ne redirige les usagers vers le reste de la ville. Il existe également un service de transport collectif intermunicipal qui relie Bromont et Cowansville et qui fonctionne sur réservation. Cependant, le secteur industriel de la ville, qui génère beaucoup d'emploi, n'est aucunement desservi par un service d'autobus public. Il serait donc non pertinent de concevoir les rues pour qu'elles accueillent des voies réservées pour autobus, car ce service est quasi-inexistant.

3.3.3 Intersections sécuritaires

Le guide mentionne que « l'intersection est un endroit de conflit de circulation entre les véhicules provenant des différentes approches et des autres usagers tels que les cyclistes et les piétons » (Ville de Bromont, 2017a, p. 6-7). Il mentionne également que « les réseaux d'éclairage routier ont une fonction primaire d'assurer une bonne visibilité pour les usagers utilisant le réseau et ceux traversant celui-ci » (Ville de Bromont, 2017a, p. 7-1). Par ces affirmations, la guide fait donc état de l'importance de la sécurité pour les différents usagers de la rue, notamment les plus vulnérables comme les piétons et les cyclistes. Cependant, aucune mesure concrète n'est expliquée afin de rendre les intersections plus sécuritaires en ce qui concerne les déplacements alternatifs à l'automobile individuelle.

Dans son Plan d'urbanisme, la Ville de Bromont mentionne une intersection peu sécuritaire à requalifier, celle de la rue Bromont et de la rue Shefford. D'ailleurs, cette intersection est un pôle commercial pour la ville, ce qui en fait en fait un endroit propice aux conflits entre les différents usagers, mais représente une opportunité afin de refaire ce croisement de façon sécuritaire et attractif. Également, dans son PPU pour son centre-ville, la ville a comme orientation 4 : « Améliorer l'accessibilité et la sécurité du domaine public » et son objectif 4.1 constitue à « Requalifier les intersections Shefford/Bromont et Bromont/Champlain » (Ville de Bromont, 2017c, p. 26).

3.3.4 Apaisement de la circulation

Un des éléments permettant de réduire la vitesse de la circulation est la réduction de la largeur des rues. Le guide propose différentes largeurs des voies selon les types de rues. Ces dernières sont présentées au tableau 3.2.

Tableau 3.2 Largeur des voies selon le type de rue (inspiré de : Ville de Bromont, 2017a)

Type de rue	Largeur des voies	Type de route
Aménagement rural : Type R-1 (sens unique)	4 500 mm	Accès privé
Aménagement rural : Type R-2	7 500 mm donc 3 250 par voie	Accès privé, chemin d'accès ou rue locale
Aménagement rural : Type R-3	8 000 mm dont deux voies de 3 300 mm et deux accotements de 1 000 mm	Rue locale
Aménagement rural : Type R-4	9 000 mm, dont deux voies de 3 300 mm et deux accotements de 1 200 mm	Sous-collectrice
Aménagement urbain : Type U-1	Deux voies de 3 300 mm (largeur totale de la chaussée 6 600 mm)	Chemin d'accès
Aménagement urbain : Type U-2	Deux voies de 3 500 mm (largeur totale de la chaussée 7 000 mm)	Rue locale
Aménagement urbain : Type U-3	Deux voies de 4 000 mm (largeur totale de la chaussée 8 000 mm)	Rue locale
Aménagement urbain : Type U-4	Deux voies de 4 500 mm (largeur totale de la chaussée 9 000 mm)	Sous-collectrice

L'aménagement de type R-1 est utilisé pour des accès privés à sens unique. Ainsi, vu qu'il n'y a qu'une seule voie sur ce type de route, la largeur est augmentée, notamment pour permettre l'accès aux véhicules d'urgence. Cependant, la vitesse ne devrait pas être un enjeu étant donné que c'est un accès privé.

Les aménagements de type R-2, R-3, U-2 et U-3, seront implantés dans des rues locales, en contexte rural ou urbain. En regardant le Plan général de la hiérarchie routière présenté à l'annexe 1, on peut remarquer que ces rues correspondent majoritairement aux secteurs résidentiels de faible densité. Bien que la circulation ne devrait pas y être élevée, ces secteurs résidentiels peuvent représenter des risques de collision, notamment si des enfants jouent dans la rue. Cependant, aucune mention particulière n'est faite dans le guide en ce qui concerne des mesures d'apaisement de la circulation et de diminution de vitesse. En ce qui concerne la largeur des rues, les rues de type R-2 et R-3 sont assez minimales avec 3 250 mm et 3 300 mm par voie. Au contraire, les rues de types U-2 et U-3 ont une largeur plus élevée, soit 3 500 mm et 4 000 mm. Cela augmente la proportion de surfaces minérales et peut inciter les automobilistes à rouler plus vite.

Les aménagements de type R-4 et U-4 sont prévus pour les routes sous-collectrices, la circulation y est présumée plus importante que dans les routes locales. Ce sont ces aménagements qui ont les largeurs de rue les plus élevées, soit 3 300 mm et un accotement de 1 200 mm (total de 4 500 mm) pour le type R-4 et 4 500 mm pour le type U-4. Ces voies sont assez larges, surtout si on prend en considération que nous sommes dans une ville. Il serait donc pertinent de réévaluer la largeur des voies selon leur disposition dans la ville. Par exemple, des routes se trouvant dans le périmètre d'urbanisation de la ville pourraient être des points de conflits entre les usagers et devenir potentiellement dangereuses, surtout lorsqu'aucune infrastructure piétonne ou cyclable n'est présente. Cependant, une largeur de 4 500 mm par voie laisse

place à une requalification des usages de la route, par exemple en y intégrant des trottoirs, des voies cyclables ou des infrastructures vertes.

Pour les routes collectrices, qui sont définies comme étant une « route servant à canaliser la circulation vers des routes plus importantes » (Office québécois de la langue française, 1998), une étude de circulation est nécessaire afin de faire des plans et des coupes de rues. Cela permet de prendre conscience de la réalité de l'achalandage et ainsi de construire la rue adéquatement selon les besoins relevés. Aucune spécificité n'est mentionnée quant aux éléments à analyser dans l'étude, cependant, on peut présumer que la circulation piétonne et cyclable est également prise en compte dans l'étude.

Dans son PPU qui vise son centre-ville, Bromont fait état du manque de sécurité de certaines artères. Le boulevard Bromont est une voie de transit ou de nombreux déplacements y sont effectués chaque jour. Cependant, il est peu accessible et peu sécuritaire pour les piétons et les cyclistes, notamment à cause de son manque de trottoir et de voie cyclable. D'un autre côté, la rue Shefford, également très achalandée et donc potentiellement dangereuse, est aménagée de façon à réduire la vitesse des automobilistes. (Ville de Bromont, 2017b)

3.3.5 Infrastructures vertes et gestion de l'eau

Le guide de la ville n'évoque aucunement l'installation d'arbres de rue en bordure de chaussée. Le seul endroit où il mentionne l'inclusion de végétation est dans la section « Réseau pluvial et drainage de site » :

« Tous les bassins doivent être aménagés de manière à bien s'intégrer au milieu. Des arbres, arbustes ou autres plantations doivent être considérés. Un plan devra être soumis pour approbation à la direction de l'urbanisme, de la planification et du développement durable ainsi qu'à la direction des Services techniques » (Ville de Bromont, 2017a, p. 4-3).

Mise à part dans les bassins servant à la gestion des eaux pluviales, aucune intégration de végétation n'est suggérée. Le règlement de zonage de la ville prévoit l'intégration d'au moins un arbre en terrain avant, donc qui donne sur la rue (Ville de Bromont, 2017d). Bien qu'une végétation soit présente et visible de la rue, planter des arbres à même l'emprise de la rue crée une uniformité et donne un caractère structurant au paysage urbain.

En ce qui concerne la gestion des eaux, la ville semble bien consciente des problématiques. Elle mentionne d'ailleurs la topographie de son territoire comme un défi supplémentaire à prendre en compte lors de projets d'infrastructures routières. Bromont indique que les trois guides suivants devront respectés : le « Manuel d'application du Plan directeur de gestion des eaux pluviales » de la Ville de Bromont (ce dernier a cependant été abrogé en 2018), le « Guide technique – Gestion environnementale des fossés » de la MRC et le « Guide de gestion des eaux pluviales » du MDDELCC. Bien qu'aucune mesure particulière ne soit évoquée à même le *Guide de conception et de préparation de projets en infrastructures* de la ville, le guide

du MDDELCC propose diverses méthodes alternatives de gestion de l'eau, notamment au chapitre 11 (Les pratiques de gestion optimales des eaux pluviales).

L'ensemble des coupes de chaussée de type rurale intègrent des fossés en bordure de rue, ce qui permet de décharger le réseau d'égout municipal, ou tout simplement de déconnecter la rue du réseau. Pour les coupes de type urbain, aucun fossé n'est intégré à l'aménagement ni aucune autre infrastructure verte de gestion de l'eau. Cependant, dans l'optique de préserver la qualité des cours d'eau sur son territoire, le guide rend obligatoire la vérification des réseaux pluviaux existants situés à l'aval du projet. De plus, une alternative de rétention pluviale doit être présentée avec le projet, qui sera laissé à la charge du promoteur. Ainsi, « face à plusieurs alternatives, la Ville se réserve le droit d'exiger la construction d'aménagement de rétention des eaux de ruissellement supplémentaires afin d'assurer la protection de cours d'eau » (Ville de Bromont, 2017a, p. 4-2)

3.3.6 La rue comme espace public

Le concept de rue comme espace public est totalement absent du guide. La seule mention au guide qui pourrait s'attaquer à la qualité esthétique du milieu de vie est l'intégration d'éclairage fonctionnel qui « peut également avoir une vocation architecturale dans les secteurs commerciaux, résidentiels, industriels ou touristiques » (Ville de Bromont, 2017a, p. 7-1).

Même si rien n'est indiqué dans le guide en tant que tel, la ville a tout de même des objectifs afin de raviver la vitalité des rues. Par exemple, elle veut « rendre la rue Shefford piétonne une fois par mois en saison estivale ou lors des festivals pour y favoriser des activités telles un marché bio extérieur » et « créer une place de rassemblement avec scène au cœur du vieux village qui deviendra un lieu d'expression culturelle pour les artistes » (Ville de Bromont, 2012, p. 86). Également, un projet de place publique est en cours et verra le jour sur la rue Shefford. Cette initiative s'est mise en place après l'élaboration du *Plan de développement durable* en 2012. Bien que le concept final n'ait pas encore été choisi, une consultation publique a eu lieu en 2018.

En conclusion, le *Guide de conception et de préparation de projets en infrastructures* de la Ville de Bromont émet des directives se rapportant principalement à la chaussée destinée aux automobilistes, ne faisant pas référence à l'emprise totale de la rue. Cela laisse une certaine latitude aux entrepreneurs dans l'aménagement des espaces dédiés aux autres usagers de la rue. Le tableau 3.3 résume les éléments qui sont ressortis de l'analyse selon les différents indicateurs. En considérant que ce sont les entrepreneurs qui sont responsables du financement des nouvelles routes, le risque est qu'ils fassent seulement le minimum exigé par les réglementations à suivre. D'ailleurs, l'analyse a pu démontrer un manque de concordance entre la vision et les orientations de la ville et le guide. Les directives axées sur les transports actifs sont peu présentes, voire inexistantes et les directives sur la gestion des eaux de ruissellement se réfèrent à

des guides, sans contraindre les promoteurs à les suivre. Enfin, aucune mention n'est attribuée aux mobiliers urbains à intégrer à la rue, sauf en ce qui a trait à l'éclairage. Intégrer les visions et les aspirations de la ville à même le guide permettrait d'accentuer la démarche qui vise à faire de Bromont une ville plus durable. Il semble donc évident que la mise à jour de ce Guide soit nécessaire pour mieux correspondre aux objectifs du Plan d'urbanisme adopté en 2017.

Tableau 3.3 Tableau résumé de l'analyse FFPC

Critères de performance	Forces	Faiblesses	Potentiel	Contraintes
Incitation aux déplacements actifs : marche et vélo	<ul style="list-style-type: none"> • Stationnements incitatifs aux abords des sentiers municipaux et des pistes cyclables • Enjeu de sécurité abordé, mais que brièvement 	<ul style="list-style-type: none"> • Aucune infrastructure cyclable ou piétonne n'est incluse au guide et plans, ni aucune directive • Aucune mesure concrète décrite pour augmenter la sécurité des piétons et des cyclistes 	<ul style="list-style-type: none"> • PPU pour le centre-ville ayant comme objectif de promouvoir les pistes multifonctionnelles • Pistes cyclables reliées aux villes voisines pourraient être connecté à un réseau local de piste cyclable • Engagement de la ville à se doter d'un plan de transport actif 	<ul style="list-style-type: none"> • Le contexte rural et la faible densité de population de la ville sont peu favorables aux déplacements actifs pour les activités quotidiennes.
Incitation au transport en commun	<ul style="list-style-type: none"> • N/A : aucune mention dans le guide 	<ul style="list-style-type: none"> • N/A : aucune mention dans le guide 	<ul style="list-style-type: none"> • Transport en commun privé reliant Bromont aux villes de Montréal, Longueuil, et Sherbrooke 	<ul style="list-style-type: none"> • La densité de population rend l'implantation d'un transport public peu viable • Aucun système de transport en commun local sur le territoire de la ville • Le service d'autobus privé n'a que deux arrêts sur le territoire de la ville
Intersections sécuritaires	<ul style="list-style-type: none"> • Le guide mentionne les intersections comme un lieu propice aux conflits d'usage • Normes concernant l'éclairage de rue afin d'augmenter la visibilité 	<ul style="list-style-type: none"> • Aucune proposition d'aménagement pour rendre les intersections plus sécuritaires 	<ul style="list-style-type: none"> • Intersection peu sécuritaire identifiée dans le plan d'urbanisme • Objectif 4.1 du PPU comme requalification des intersections Shefford/Bromont et Bromont/Champlain 	<ul style="list-style-type: none"> • Seulement deux intersections sont prévues à requalifier sur l'ensemble du territoire

Tableau 3.3 Tableau résumé de l'analyse FFPC (suite)

Critères de performance	Forces	Faiblesses	Potentiel	Contraintes
Apaisement de la circulation/moins de place à l'automobile	<ul style="list-style-type: none"> Étude de circulation nécessaire pour les routes collectrices permettront de donner un espace justifié aux différents usagers de la rue Les aménagements R-3, R-4, U-1 et U-2 ont des voies de 3 500 mm ou moins 	<ul style="list-style-type: none"> Aucune mesure concrète énoncée pour apaiser la circulation L'aménagement des rues du guide porte uniquement sur l'espace dédié aux automobiles Certaines rues ont une largeur de plus de 3 500 mm Les accotements des aménagements R-3 et R-4 augmentent la place potentielle accordée aux automobiles 	<ul style="list-style-type: none"> Le PPU du centre-ville fait état du manque de sécurité de certaines artères 	<ul style="list-style-type: none"> Certaines artères de la ville sont très achalandées (boulevard Bromont et rue Shefford), qui correspondent également aux artères où sont implantés des commerces
Infrastructures vertes (biodiversité et gestion de l'eau)	<ul style="list-style-type: none"> Fossés intégrés aux aménagements de rue de type rural Le guide fait référence au « Guide de gestion des eaux pluviales » du MDDELCC qui propose des méthodes alternatives de gestion de l'eau Une alternative de rétention pluviale doit être présentée avec les projets 	<ul style="list-style-type: none"> Aucun arbre de rue présent dans l'ensemble des types d'aménagement Aucun espace n'est réservé aux infrastructures vertes Le guide ne donne aucune directive concernant l'implantation de milieux naturels dans les rues 	<ul style="list-style-type: none"> Vision 2030 du Plan de développement durable : gérer les eaux de ruissellement Dans les secteurs résidentiels, les terrains privés peuvent intégrer de la végétation 	<ul style="list-style-type: none"> Le réseau d'égout de la ville est surchargé Aucune mesure concrète n'est indiquée pour régler les problèmes de ruissellements ou pour augmenter la quantité de milieux naturels dans les rues
La rue comme espace public	<ul style="list-style-type: none"> N/A : aucune mention dans le guide 	<ul style="list-style-type: none"> N/A : aucune mention dans le guide 	<ul style="list-style-type: none"> Différents secteurs sont à requalifier Projet de place publique sur la rue Shefford Possibilité de rue piétonne occasionnelle sur la rue Shefford 	<ul style="list-style-type: none"> La ville n'étant pas propice aux transports actifs, les rues sont peu fréquentées par les piétons et il est difficile de les transformer en place publique

4. RECOMMANDATIONS

La Ville de Bromont a démontré qu'elle aspire à se développer comme un milieu de vie de choix pour ses citoyens. Afin que les nouveaux développements soient en cohérence avec les visions et les aspirations décrites dans ses réglementations et politiques, les pistes de recommandations suivantes sont proposées.

4.1 Prévoir des directives pour l'emprise totale de la rue

Dans son Règlement de lotissement, la Ville de Bromont (2017d) prévoit une emprise de rue minimale de 15 m. Or, sans un aménagement adéquat, cette largeur peut être soit pas assez ou trop élevée. En effet, si l'emprise totale est dédiée uniquement aux voies automobiles, cela augmente les surfaces minéralisées pouvant causer des problématiques d'eau de ruissellement, cela ne laisse pas de place aux autres utilisateurs et ne favorise pas la biodiversité urbaine. D'un autre côté, si la rue contient des voies véhiculaires, des trottoirs, des infrastructures vertes et du mobilier urbain, le 15 m est insuffisant. Une simple directive de dimension semble alors insuffisante pour pousser l'implantation d'infrastructures innovantes.

Le *Guide de conception et de préparation de projets en infrastructures* de la Ville de Bromont n'émet pas de directives pour l'emprise totale de la rue. En effet, seuls des gabarits pour la chaussée sont présentés à l'annexe 4. Il est donc recommandé de revoir le guide afin qu'il fournisse des directives pour l'emprise totale de la rue. En indiquant des principes de base à appliquer dans toute conception de nouvelles rues, la ville s'assure d'une certaine uniformité sur l'ensemble de son territoire. Bien que chaque nouvelle rue doive s'adapter à son contexte, il est important que le guide prenne en considération l'ensemble de ses usagers potentiels. En ce sens, des directives sur les infrastructures piétonnes et cyclables doivent être ajoutées et ajustées selon les aspirations de la municipalité. De plus, des directives sur l'aménagement paysager doivent être incluses pour que l'emprise de la rue accueille automatiquement des arbres, et lorsqu'il est nécessaire, des pratiques de gestion optimale des eaux de pluie.

Des infrastructures piétonnes doivent être intégrées aux nouveaux développements afin de favoriser le transport actif. Également, lorsque la vitesse de la circulation automobile est supérieure à 50 km/h et que l'achalandage est important, des espaces réservés aux cyclistes doivent être intégrés à la conception de la rue afin d'éviter les conflits d'usage. Finalement, une « bande de plantation » doit être intégrée à l'emprise de la rue afin de laisser une place à la plantation d'arbres, aux espaces végétalisés ainsi qu'au mobilier urbain. La végétation permet de créer des zones de biodiversité en contexte urbain, de servir à la gestion des eaux de ruissellement, mais elle permet également d'ajouter une qualité esthétique à la ville. En créant une bande de végétation en bordure de chaussée, cela crée une uniformité et donne un caractère structurant à la rue. De plus, la ville a le soin de choisir les espèces d'arbres et de végétaux à planter afin de s'assurer d'une certaine biodiversité, mais également que ce sont des espèces assez résistantes pour le milieu.

4.2 Classifier les rues selon leur usage

Les rues de nombreuses municipalités québécoises ne sont pas adaptées à leur contexte (voir trop large, manque d'infrastructures piétonnes et cyclistes, absence de végétations, etc.). « Dans l'objectif d'aménager des rues sécuritaires et conviviales, il est nécessaire de définir une hiérarchie routière qui soit claire et en cohérence avec les milieux de vie desservis » (Vivre en Ville, 2017, p. 10). Afin de mieux cerner quels sont les aménagements à privilégier, il est donc suggéré d'offrir une classification prenant en compte l'usage des rues (résidentiel, commerciale, mixte, industriel, institutionnel, etc.). Ainsi, il sera possible de faire des directives propres aux différents usages et d'intégrer des normes d'infrastructures types.

Cette pratique a déjà été appliquée ailleurs. En Suède, le modèle de hiérarchie routière a été redéfini pour y inclure cinq types de routes : les artères ou autoroutes urbaines, les rues collectrices ou principales, les rues résidentielles ou locales, les rues partagées et les rues piétonnes (Vivre en Ville, 2017). La Ville de Candiac a aussi fait cet exercice et propose maintenant des typologies principales de rue ayant des critères d'aménagement propre : Boulevard mono-fonctionnel, Boulevard mixte, Collectrice mixte, Collectrice résidentielle, Locale résidentielle, Accès de service et Liens actifs (Ville de Candiac, 2015). Également, dans son document *Guide to the San Francisco Better Streets Plan*, la Ville de San Francisco propose des types de rues selon leur activité et leur contexte qui sont représentés au tableau 4.1. La stratégie *Better Streets Plan* propose ensuite des directives d'aménagement adaptées aux différentes typologies.

Tableau 4.1 Identification des types de rues (tiré de : San Francisco Planning Department, 2010, p. 7)

STREET TYPE		ZONING DISTRICT (PER SF PLANNING CODE)	
COMMERCIAL	Downtown	C-3, C-2 (C-3 adjacent), CCB (w/in Downtown Streetscape Plan)	
	Throughway	NC, C-2, NCT, CCB (not w/in Downtown Streetscape Plan), CVR, CRNC, MB Retail, MB Hotel	Indicated in general plan as arterial street
	Neighborhood		
RESIDENTIAL	Downtown	DTR, RC-3, RC-4	
	Throughway	RH, RM, RTO, RED, MB Residential	Indicated in general plan as arterial street
	Neighborhood		
OTHER	Industrial	C-M, M1, M2, PDR-1, PDR-1-B, PDR-1-G (except Transit-Oriented Retail SUD), PDR-2	
	Mixed-use	MUG, MUO, MUR, PDR-1-D, PDR-1-G (Transit-Oriented Retail SUD only), SLR, SLI, SPD, SSO, RSD, UMU, MB districts: Public Facilities, Commercial Industrial, Commercial Industrial/Retail	
SPECIAL	Parkway	Contains significant continuous sidewalk or median greening (25'+ in width)	
	Park Edge	Contains continuous frontage on an open space	
	Multi-way Boulevard	Separates through traffic from local access	
	Ceremonial (Civic)	Unique, Grand civic space that serves as major gathering spot	
	Alley	Narrow right-of-way (< 30' wide)	
	Shared Public Way	Street designed as a single surface that shares space between pedestrians and vehicles	
	Paseo (pedestrian-only)	Right-of-way closed to motor vehicles	

Ainsi, la Ville de Bromont est encouragée à évaluer son réseau routier existant et celui qu'elle envisage pour ses futurs développements afin de définir une typologie de rue. Par exemple, le tableau 4.2 propose d'énoncer des directives de conception selon l'usage de la rue ainsi que la hiérarchie routière sous forme de tableau de référence.

Tableau 4.2 Tableau de la hiérarchie proposée en fonction des usages

Contexte Type de rue	Résidentiel	Commercial	Mixte	Industriel
Locale				
Sous-collectrice				
Collectrice				

Les déplacements piétons, cyclistes et automobiles ont une tout autre dynamique selon les activités présentes sur la rue. Ainsi, il est normal d'ajuster la place donnée aux différents usagers selon les catégories de rue. En réorganisant la classification ainsi, il sera plus facile pour la ville de donner des directives claires dans son *Guide de conception et de préparation de projets en infrastructures*. Voici des exemples de directives que pourrait contenir chacune des cellules :

- Nombre de voies;
- Largeur des voies;
- Largeur des trottoirs;
- Présence de voies cyclables;
- Type de voie cyclable s'il y a lieu;
- Infrastructures vertes;
- Pratiques de gestion optimale (PGO);
- Etc.

Intégrer un tableau de directives à même le guide permet de faire transparaître les visions et les aspirations d'aménagement de Bromont sans avoir à faire des coupes de rue type pour l'ensemble des modèles. De plus, il est rapidement modifiable et permet de s'adapter aux nouveaux enjeux auxquels est confrontée la ville.

4.3 Intégrer des pratiques de gestion optimale des eaux de ruissellement dans les secteurs fortement minéralisés

Comme énoncé au chapitre 1, la minéralisation des villes a pour effet de perturber le cycle hydrologique naturel. Les eaux de ruissellement sont dirigées vers les réseaux d'égouts et les milieux naturels environnements lorsqu'elles ne peuvent s'infiltrer dans le sol. Avec les changements climatiques, les épisodes de forte pluie seront plus fréquents. Cependant, le réseau d'égout de la ville est déjà surchargé et cela entraîne des répercussions sur le développement industriel et commercial (Ville de Bromont, 2012).

Il est donc recommandé d'intégrer des pratiques de gestion optimale des eaux de ruissellement dans les secteurs fortement minéralisés et qui sont pauvres en milieux naturels. La ville peut se référer à différents guides existants pour mettre en place ces pratiques, par exemple, « La gestion durable des eaux de pluie, Guide de bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable » du MDDEFP et du MAMROT ou le « *Urban Street Stormwater Guide* » du NACTO.

Lors de la conception d'aires de biorétention, de noues végétalisées ou d'autres pratiques de gestion optimale des eaux de pluie, il est essentiel de faire appel à des professionnels qui pourront faire des plans et devis à la suite d'études de sol sur les lieux. En effet, les dimensions des zones de biorétention, le substrat et les végétaux choisis dépendront de la capacité d'absorption du sol et des conditions climatiques. (MDDEFP et MAMROT, 2014)

4.4 Proposition de coupes types pour les nouvelles rues

À la suite des recherches et à l'analyse faite dans cet essai, quatre aménagements types sont proposés pour les zones prioritaires de développement. La figure 4.1 présente les zones faisant partie du programme particulier d'urbanisme (PPU) du quartier durable du centre-ville. Les développements prioritaires ont été définis afin de consolider l'urbanisation de la ville. Ils sont concentrés aux abords des noyaux villageois. L'aire de paysage PDA10 Prioritaire est présentée à l'annexe 2 et décrit les caractéristiques visées pour cette zone. Également, le *Règlement relatif aux plans d'implantation et d'intégration architecturale* énonce les objectifs d'aménagement et les critères d'évaluation des projets qui y sont assujettis. Ce document pousse la zone prioritaire vers des projets innovants intégrant de « meilleures pratiques » ainsi que la bonification du transport actif.

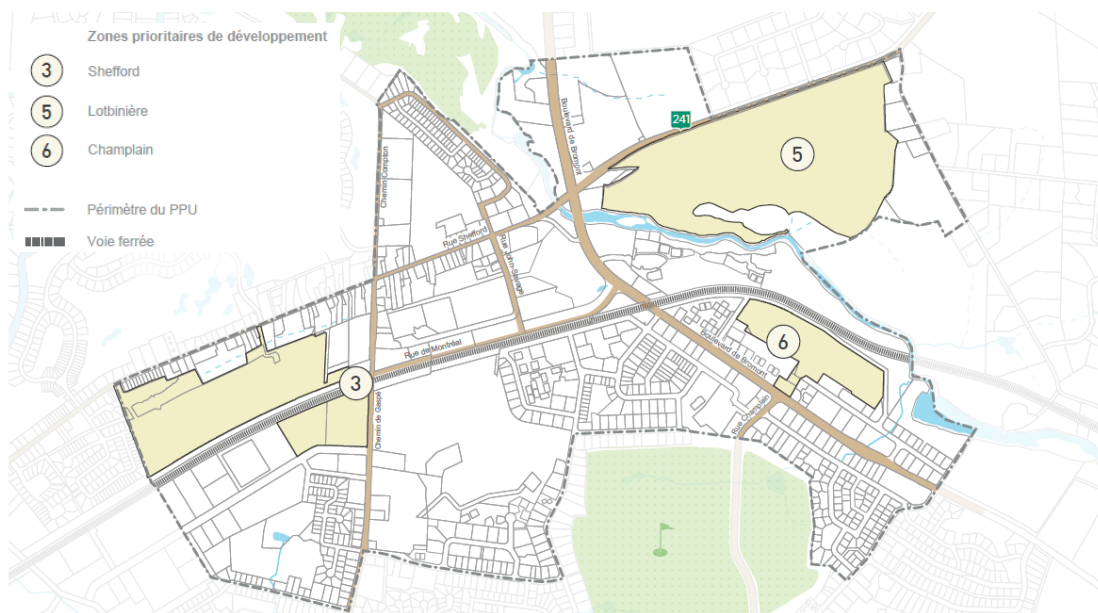


Figure 4.1 Zones prioritaires de développement (tiré de : Ville de Bromont, 2017c, p. 11)

Considérant l'ampleur de la municipalité et l'objectif de la ville de renforcer ses artères commerciales existantes, seules des propositions d'aménagement pour des rues résidentielles et mixtes ont été produites. Les aménagements proposés ont été élaborés en se basant sur les exemples d'aménagements et les guides présentés au second chapitre, ainsi que sur l'analyse du troisième chapitre et les visions de la ville pour ses zones prioritaires. Les propositions doivent être vues comme des directives minimales lors de la conception de nouvelles rues. Elles tendent à favoriser les transports actifs et à encourager les citoyens à se déplacer vers les noyaux villageois à pied ou à vélo. Ensuite, l'incorporation d'infrastructures vertes permet d'augmenter la canopée, de diminuer les eaux de ruissellement et de favoriser la biodiversité. Finalement, l'emprise de la rue et la largeur des chaussées sont réduites au minimum afin de réduire les impacts négatifs de l'imperméabilisation des sols et d'apaiser la circulation automobile. Ces rues types pourront être modifiées pour y ajouter des éléments qui s'adaptent à leur contexte. Par exemple, l'emprise de la rue peut être augmentée dans les rues les plus achalandées afin d'ajouter des places publiques, davantage de mobilier urbain ou espaces verts.

Les Figures 4.2 et 4.3 proposent des rues de type résidentiel d'une emprise de rue minimale, respectivement 15 000 mm et 18 000 mm. Étant donné leur caractère résidentiel, l'achalandage de la circulation piétonne, cyclable et automobile sera probablement moins important que dans les rues principales de la ville. En ce sens, des voies cyclables n'ont pas été aménagées dans l'emprise de la rue. Les vélos et les automobiles devront donc partager la voie. Il est suggéré de maintenir la limite de vitesse à 40 km/h ou moins et d'inclure une signalisation indiquant le partage de la chaussée pour sensibiliser les automobilistes à la présence de cyclistes et ainsi accroître la sécurité. Les piétons, quant à eux, ont leur propre espace sur des trottoirs de 1 500 mm de large. Dans la proposition de rue résidentielle 1, où l'emprise de la rue est moindre, des espaces de 2 000 mm sont réservés pour des bandes de plantations. Cet espace peut accueillir, en alternance, une rangée d'arbres, de la végétation et du mobilier urbain. La proposition de rue résidentielle 2 a une emprise de 18 000 mm, mais elle inclut des noues végétalisées afin d'intégrer une gestion des eaux de ruissellement in situ. Tout comme la bande de végétation, la largeur dédiée aux noues végétalisées peut également accueillir du mobilier urbain à certains endroits stratégiques.

Les Figures 4.4 et 4.5 proposent des rues de type mixte (résidentiel et commercial/institutionnel) d'une emprise de rue légèrement plus importante, respectivement 18 000 mm et 21 000 mm. Des rues mixtes ont le potentiel d'être plus achalandées que des rues uniquement résidentielles, et son environnement est possiblement plus fortement minéralisé. En ce sens, les deux propositions de rues résidentielles incluent des zones de biorétention et des aires de stationnement pour les besoins commerciaux. La proposition de rue mixte 1 présente des aires de biorétention en alternance avec le stationnement sur rue. Tout comme proposé pour les rues résidentielles, les voies automobiles sont partagées avec les cyclistes. La proposition de rue mixte 2 comporte une largeur réservée aux noues végétalisées, qui sépare la voie cyclable de la voie automobile. L'espace dédié aux piétons et à la végétation (incluant les aires de biorétention) est plus important que pour les rues simplement résidentielles afin de permettre d'accueillir plus de piétons et

d'agrémenter le paysage. Dans les deux propositions, les aires de stationnement peuvent être converties en saillie de trottoir aux intersections pour réduire la distance de traverse sans toutefois empiéter sur les voies automobiles. Selon l'achalandage de la rue et la place disponible, il est possible d'aménager la rue différemment pour qu'elle s'adapte à son contexte.

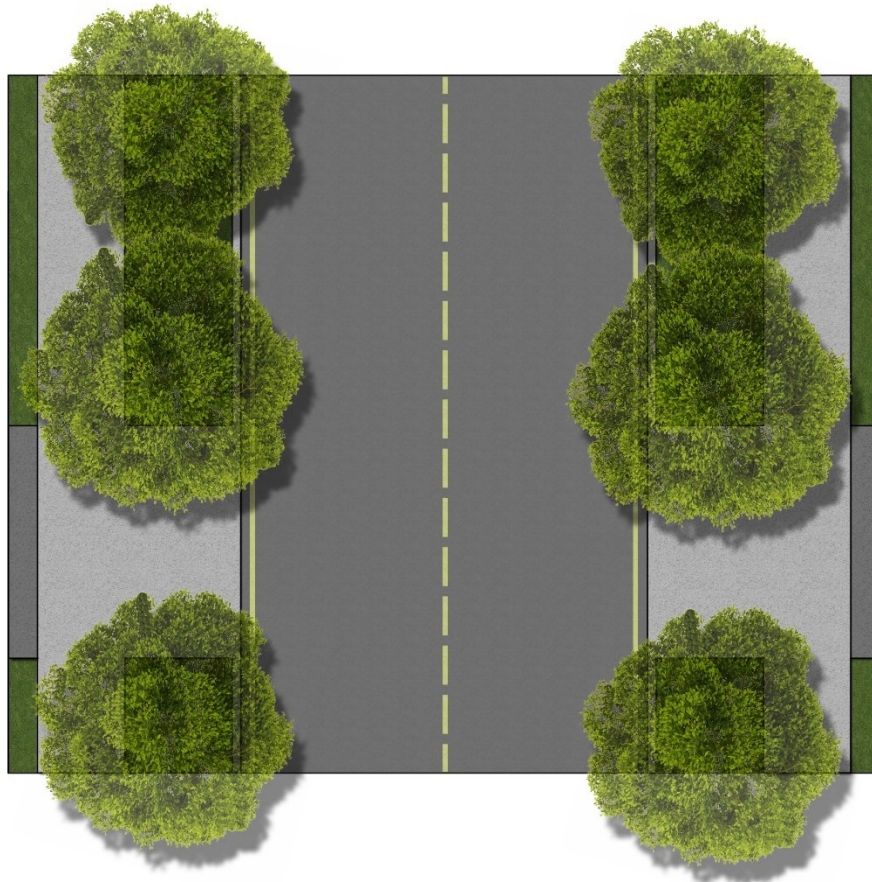
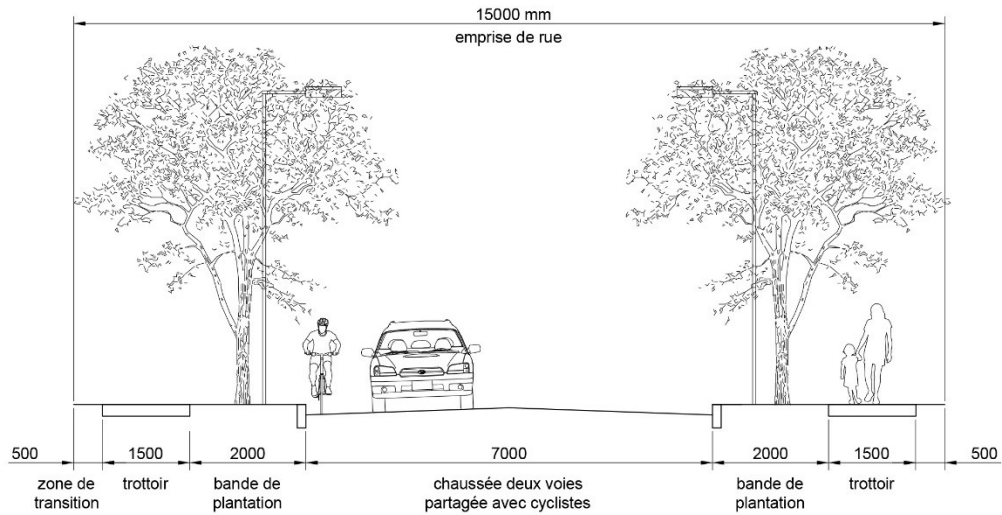


Figure 4.2 Proposition de rue résidentielle 1

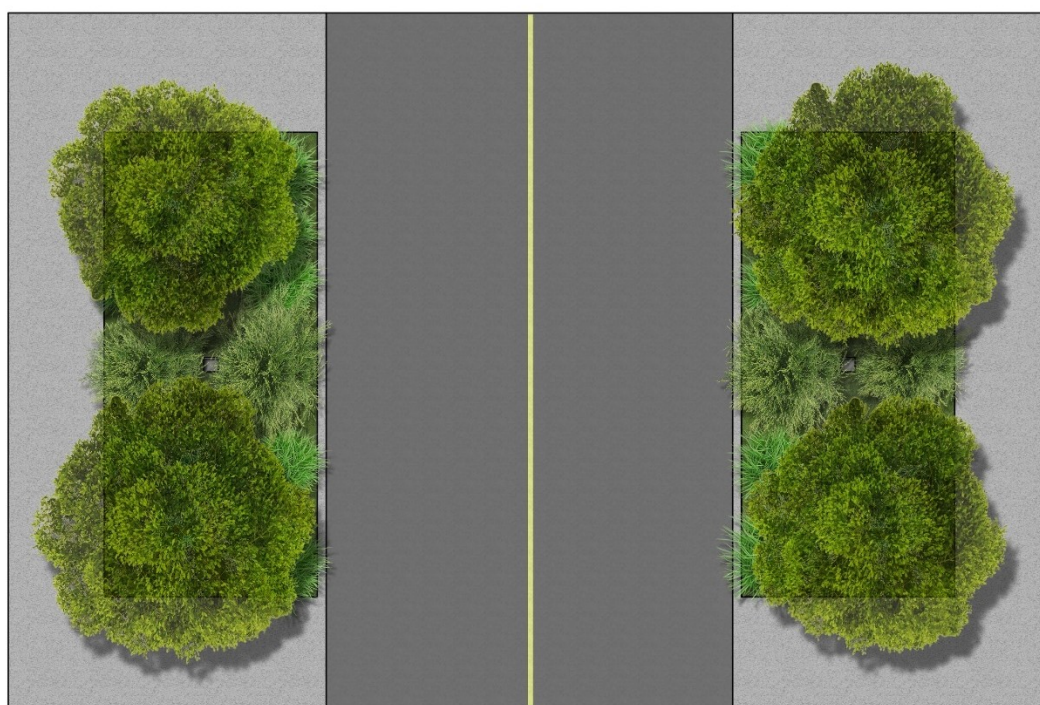
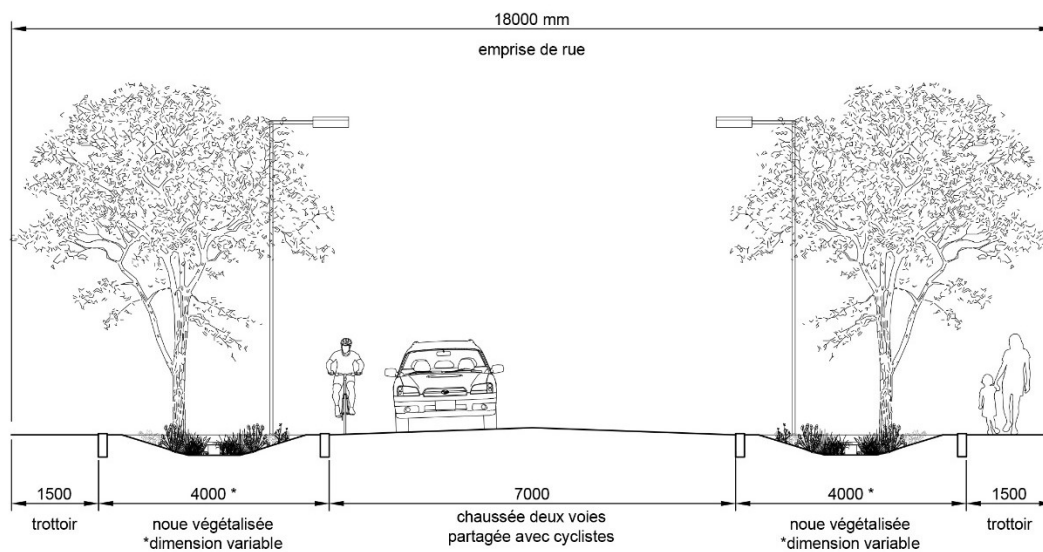


Figure 4.3 Proposition de rue résidentielle 2

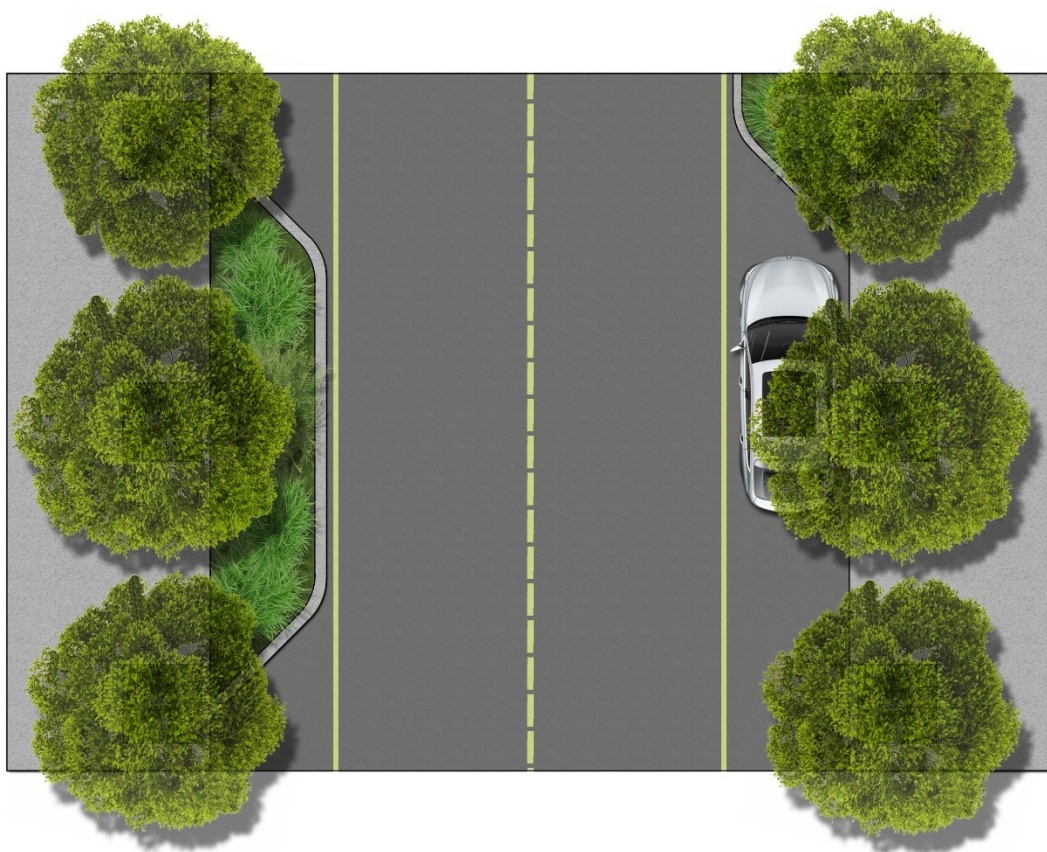
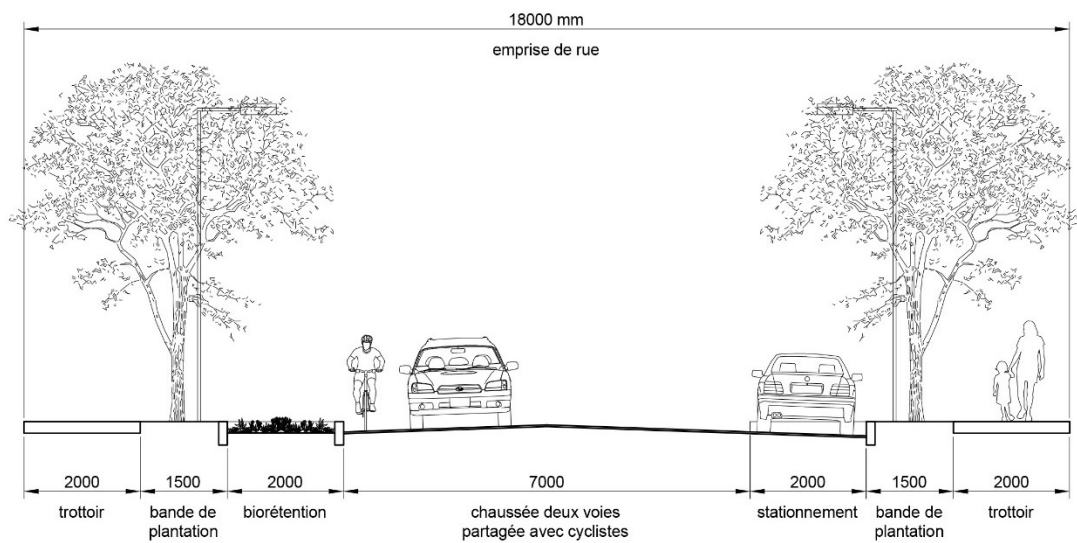


Figure 4.4 Proposition de rue mixte 1

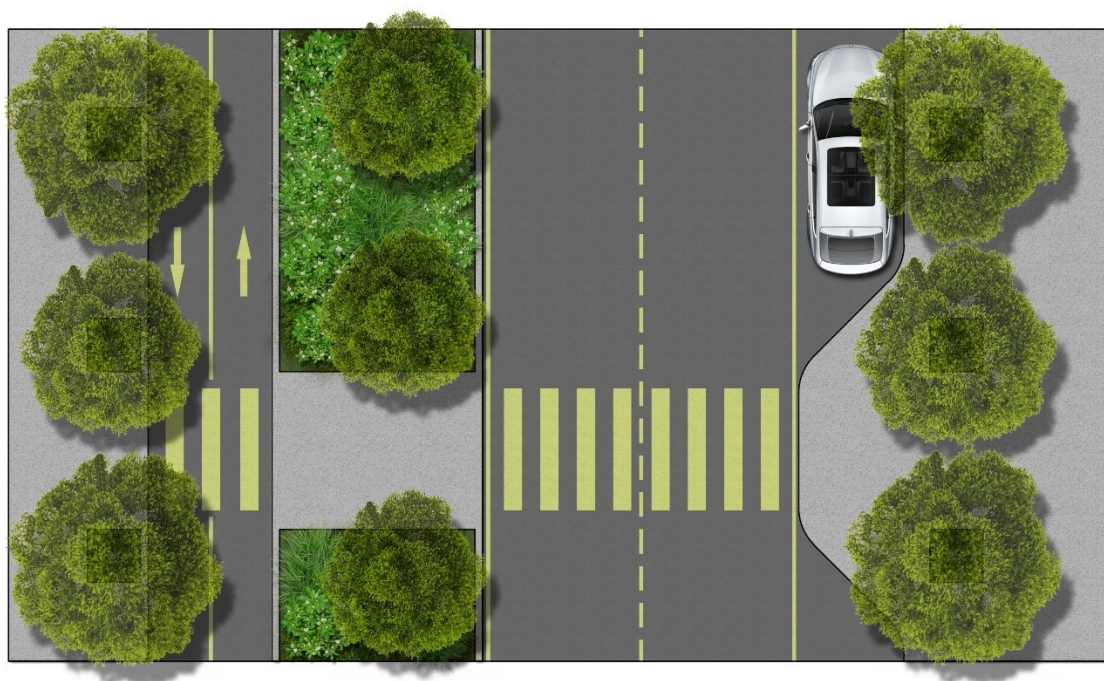
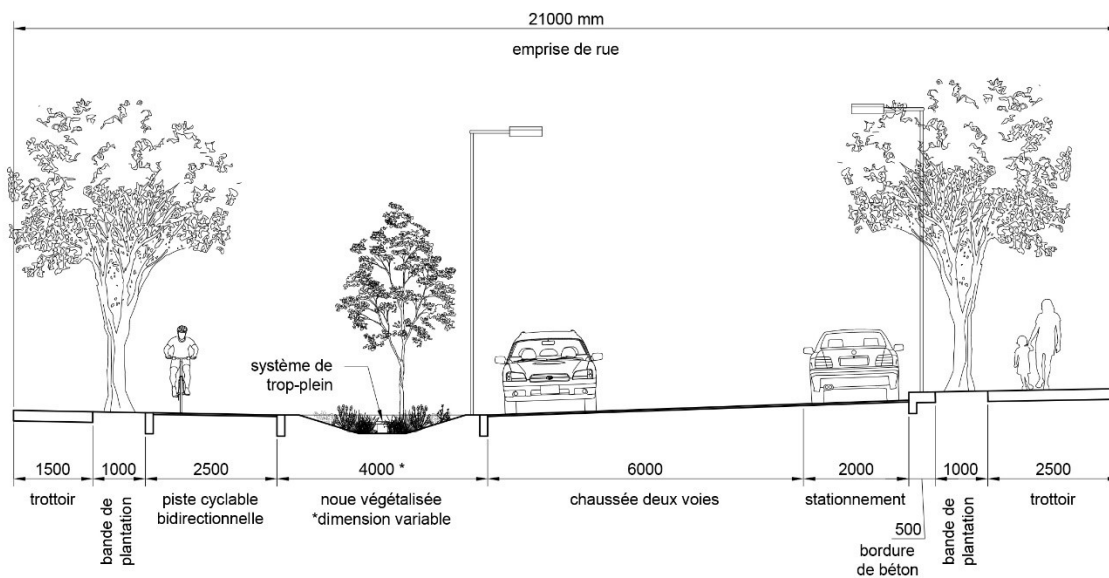


Figure 4.5 Proposition de rue mixte 2

CONCLUSION

L'objectif principal de cet essai était d'analyser les enjeux d'aménagement durable se rattachant à l'échelle de la rue dans le but d'émettre des recommandations d'aménagement et de design urbain pour la conception de nouvelles rues. Pour y parvenir, une revue de littérature a été effectuée dans les deux premiers chapitres afin de mieux cerner le contexte de l'étude et de faire état des avancées dans l'aménagement durable des rues. Par la suite, l'analyse du *Guide de conception et de préparation de projets en infrastructures* de la Ville de Bromont a permis de proposer des recommandations et de concevoir des modèles de rue type qui visent à s'adapter à leur contexte environnemental et social.

Le premier chapitre expose les problématiques actuelles auxquelles sont confrontés les milieux urbains. Ces dernières nécessitent un questionnement sur la façon traditionnelle de concevoir les villes québécoises. Les changements climatiques auront de plus en plus d'impacts sur la qualité de vie des citoyens et les infrastructures bâties. Les villes doivent donc réfléchir à comment lutter tout en s'adaptant aux changements climatiques, tout en maintenant une bonne qualité de vie pour ses citoyens. L'augmentation des températures aura de plus en plus de répercussions sur la santé des citoyens, surtout les plus vulnérables. De plus, la modification du régime des précipitations s'avère être un défi de taille pour les infrastructures urbaines, sans compter les événements climatiques extrêmes qui sont à prévoir. En plus des problématiques climatiques, les villes doivent s'adapter à une modification de sa répartition démographique et du changement de mode de vie des différentes générations. Toutes ces adaptations devront se faire en considérant la réalité de l'aménagement du territoire québécois, qui est souvent un territoire désorganisé et dépendant à l'automobile.

Face à ces problématiques, le deuxième chapitre présente des pratiques d'aménagement et de design qui soutiennent les enjeux de mobilité, de sécurité, de gestion de l'eau, de biodiversité et de milieu de vie adaptés à l'humain lié à l'échelle de la rue. L'étude de divers guides et exemple de projets ont permis d'exposer des pratiques d'aménagement durables qui peuvent s'intégrer à la conception de différentes rues selon leur contexte. Ce chapitre constitue une base de référence pour concevoir des rues adaptées aux problématiques auxquels les milieux urbains font face. Cette revue de littérature a démontré que la rue est bien plus qu'une infrastructure de transport. Il suffit d'emboîter le pas et d'ajuster les modes de construction traditionnels pour qu'ils répondent aux enjeux d'aujourd'hui.

Le troisième chapitre se concentre sur la Ville de Bromont, une municipalité abritant un peu moins de 10 000 habitants, qui a récemment refait divers documents d'urbanismes dans une optique de développement durable. L'analyse du *Guide de conception et de préparation de projets en infrastructures* de la ville et de ces documents d'urbanisme a permis d'en faire ressortir les forces, les faiblesses, les potentiels et les contraintes face aux enjeux exposés dans la revue de littérature. Bien que la ville se soit

récemment dotée d'une vision qui tend vers la préservation de l'environnement et l'amélioration de la qualité de vie de ses citoyens, l'analyse a démontré que le guide ne reflète pas les aspirations de la ville.

À la suite de l'analyse, des pistes de recommandations ont été élaborées pour la Ville de Bromont. Prévoir des directives pour l'emprise totale de la rue dans son guide permettra de s'assurer que l'ensemble des usagers de la rue soient pris en considération dans la confection de nouvelles rues et que l'aménagement est uniforme. Classifier les rues selon leurs activités et non seulement selon l'achalandage routier permettra de faire des rues qui sont plus adaptées à leur contexte. Cela permettra également au guide d'intégrer des directives plus claires, qui s'appliquent à un contexte donné. Intégrer des pratiques de gestion optimale des eaux de ruissellement dans les milieux les plus minéralisés permettra de décharger les infrastructures d'égout tout en renforçant la biodiversité urbaine et l'esthétique du paysage. Ensuite, quatre propositions de rues ont été présentées pour les nouveaux développements de la ville.

Finalement, l'objectif principal de cet essai a pu être atteint grâce aux objectifs spécifiques. Ces derniers ont permis de rassembler diverses connaissances et exemples d'application de différents enjeux de développement durable de la rue. Ensuite, l'analyse a été effectuée sur la base de la revue de littérature pour être en mesure d'arriver à l'objectif d'émettre des recommandations d'aménagement et de design urbain pour la conception de nouvelles rues plus spécifiquement à la Ville de Bromont. Cet essai a permis de démontrer que la conception de rues durables s'adaptant à leur contexte et à leur différent usager est non seulement faisable, mais que ces pratiques sont déjà mises en place dans différents projets à travers le monde. Elles ont des répercussions positives autant sur les plans environnementaux, économiques que sociaux. Les municipalités ont l'opportunité de changer leur environnement bâti grâce à la conception de rues durables, qui prennent en compte les enjeux environnementaux et qui mettent l'humain au cœur de leur conception. En parallèle, il serait intéressant d'intégrer ces mêmes pratiques pour le réaménagement des infrastructures existantes en fin de vie.

RÉFÉRENCES

- Association pour la santé publique du Québec (ASPQ). (2011). Dossier : Urbanisme et promotion de la santé. *Bulletin de santé publique, volume 33* (1), p. 1-40. Repéré à <http://www.aspq.org/uploads/pdf/4dcaa2cb78cd7bsp-urbanisme-et-sante-hr.pdf>
- Atlas climatique du Canada. (s. d.). Gaz à effet de serre. Repéré à <https://atlasclimatique.ca/gaz-effet-de-serre>
- Azeredo, A. C. et Payeur, F. F. (2015). Vieillesse démographique au Québec : comparaison avec les pays de l'OCDE. *Données sociodémographiques en bref, 19* (3). Repéré à <http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/conditions-vie-societe/bulletins/sociodemo-vol19-no3.pdf>
- Bazaz, A., Bertoldi, P., Buckeridge, M., Cartwright, A., de Coninck, H., Engelbrecht, F., ... Waisman, H. (2018). *Summary for Urban Policymakers – What the IPCC Special Report on 1.5°C Means for Cities*. Indian Institute for Human Settlements. Repéré à <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2018/12/SPM-for-cities.pdf>
- Becker, A., Lampe, S., Negussie, L. et Cachola Schmal, P. (2018). *Ride a bike! reclaim the city*. Basel, Switzerland: Birkhäuser.
- Berteaux, D. (2000). *Changements climatiques et biodiversité du Québec : Vers un nouveau patrimoine naturel*. Québec, Québec : Les Presses de l'Université du Québec.
- Bicycle Dutch. (s. d.). Junction design in the Netherlands. Repéré à <https://bicycledutch.wordpress.com/2014/02/23/junction-design-in-the-netherlands/>
- Boucher, I. (2010). *La gestion durable des eaux de pluie : Guide de bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable*. Québec : Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT). Repéré à https://www.mamh.gouv.qc.ca/fileadmin/publications/amenagement_territoire/urbanisme/guide_gestion_eaux_pluie_complet.pdf
- Boucher, I. et Fontaine, N. (2010). *La biodiversité et l'urbanisation : Guide de bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable*. Québec : Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT). Repéré à https://www.mamh.gouv.qc.ca/fileadmin/publications/grands_dossiers/developpement_durable/biodiversite_urbanisation_complet.pdf
- Boucher, I. et Fontaine, N. (2011). *L'aménagement et l'écomobilité : Guide de bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable*. Québec : Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT). Repéré à https://www.mamh.gouv.qc.ca/fileadmin/publications/grands_dossiers/developpement_durable/amenagement_ecomobilite.pdf
- Breton, M.-P., Cloutier, G., et Waygood, E.O.D. (2017). Québec. Dans K. Palko et D. S. Lemmen, *Risques climatiques et pratiques en matière d'adaptation pour le secteur canadien des transports 2016* (pp. 199-238). Ottawa, Ontario : Gouvernement du Canada.
- Carpenter, S. R., Bennett, E. et Peterson, G. D. (2006). Scenarios for Ecosystem Services: An Overview. *Ecology and Society* 11(1): 29. Repéré à <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art29/>

- Centre d'écologie urbaine de Montréal (CEUM). 2018. *Des rues inspirantes : Un inventaire pour passer à l'action*. Repéré à https://urbanismeparticipatif.ca/sites/default/files/upload/document/reflexion/com_rc_inventaire_vf.pdf
- Collectivités viables. (s. d.). Site internet repéré à <http://collectivitesviables.org/>
- Complete Streets for Canada. (s. d.). Site internet repéré à <https://www.completestreetsforcanada.ca/>
- Da Cunha, A. et Thomas, I. (2017). *La ville résiliente : comment la construire ?* Montréal : Les Presses de l'Université de Montréal
- DesJarlais, C., Allard, M., Blondlot, A., Bourque, A., Chaumont, D., Gosselin, P... Villeneuve, C. (2010). *Savoir s'adapter aux changements climatiques*. Montréal : Ouranos. Repéré à <http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/2052216>
- Environnement et Changement climatique Canada. (2017). *Indicateurs canadiens de durabilité de l'environnement : Émissions de gaz à effet de serre à l'échelle mondiale*. Repéré à https://www.canada.ca/content/dam/eccc/migration/main/indicateurs-indicators/54c061b5-44f7-4a93-a3ec-5f8b253a7235/globalghgemissions_fr.pdf
- Environnement et Changement climatique Canada. (2018). *Rapport d'inventaire national 1990-2016 : Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada — Sommaire*. Repéré à <https://www.canada.ca/content/dam/eccc/documents/pdf/climate-change/emissions-inventories-reporting/nir-executive-summary/Rapport%20Inventaire%20National%20Sommaire%202018.pdf>
- Faugier, É. (2009). Automobile, transports urbains et mutations : l'automobilisation urbaine de Québec, 1919–1939. *Urban History Review*, 38(1), 26–37. <https://doi.org/10.7202/038465ar>
- Fontaine, N. (2012). *La rue complète, l'accessibilité universelle qui fait du chemin : document de veille*. Québec : Ministère des affaires municipales, des régions et de l'occupation du territoire (MAMROT). Repéré à <http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/2218963>
- Gehl, J. (2012). *Pour des villes à échelle humaine*. Montréal : Éditions Écosociété.
- Geneletti, D. (2016). *Handbook on Biodiversity and Ecosystem Services in Impact Assessment*. Cheltenham, UK : Edward Elgar Publishing.
- Giguère, M. (2009). *Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains revue de littérature*. Québec : Direction des risques biologiques, environnementaux et occupationnels, Institut national de santé publique Québec. Repéré à <http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/2007095>
- Gouvernement du Canada. (2016). L'Accord de Paris. Repéré à <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/changements-climatiques/accord-paris.html>
- Gouvernement du Canada. (s. d.). Notions élémentaires sur l'eau : le cycle hydrologique. Repéré à <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/eau-aperçu/notions-elementaires/cycle-hydrologique.html>
- Gregg, K. et Hess, P. (2019). Complete streets at the municipal level: A review of American municipal Complete Street Policy. *International Journal of Sustainable Transportation*, 13(6), 407-418. doi:10.1080/15568318.2018.1476995

- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2013). Résumé à l'intention des décideurs, Changements climatiques 2013 : Les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [sous la direction de Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2018, octobre). *Approbation par les gouvernements du Résumé à l'intention des décideurs relatif au Rapport spécial du GIEC sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C* [Communiqué de presse]. Repéré à https://www.ipcc.ch/pdf/session48/pr_181008_P48_spm_fr.pdf
- Gunawardena, K. R., Wells, M. J. et Kershaw, T. (2017). Utilising green and bluespace to mitigate urban heat island intensity. *Science of The Total Environment*, 584-585, 1040-1055. doi:10.1016/j.scitotenv.2017.01.158
- Institut de la statistique du Québec (ISQ) et Secrétariat du Québec aux relations canadiennes (SQRC). (2019). Tableau statistique canadien. Repéré à <http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/economie/comparaisons-economiques/interprovinciales/tableau-statistique-canadien.pdf>
- Institut de la statistique du Québec (ISQ). (2018). *Le Québec chiffres en main, édition 2018*. Repéré à <http://www.stat.gouv.qc.ca/quebec-chiffre-main/qcmfr.htm>
- Jacobs, J. (2012). Déclin et survie des grandes villes américaines. Marseille : Éditions Parenthèses.
- Landezine. (s. d.). Passeig De St Joan Boulevard. Repéré à <http://www.landezine.com/index.php/2012/07/passeig-de-st-joan-boulevard-by-lola-domenech/>
- Larrivée, C., Sinclair-Désgagné, N., Da Silva, L., Revéret, J. P. et Desjarlais, C. (2015). Évaluation des impacts des changements climatiques et de leurs coûts pour le Québec et l'État québécois. Rapport d'étude, Ouranos, 58 pages.
- Matsuno, H. et Chiu, S. (s. d.). The Stormwater Management Challenge: SEA Street. Repéré à https://nacto.org/docs/usdg/stormwater_management_challenge_matsuno.pdf
- Meloche, J.-P., Beaudet, G., Scherrer, F. et Barcelo, M. (2014). *Questions d'urbanisme*. Montréal, Québec : Presses de l'Université de Montréal.
- Méral, P. et Pesche, D. (2016). Les services écosystémiques : Repenser les relations nature et société. Repéré à <https://ebookcentral.proquest.com>
- Ministère de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques (MELCC). (2018). *Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2016 et leur évolution depuis 1990*. Québec : Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale de la réglementation carbone et des données d'émission, 40 p. Repéré à <http://www.environnement.gouv.qc.ca/changements/ges/2016/inventaire1990-2016.pdf>
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (s. d.a). Les gaz à effet de serre. Repéré à <http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/questce-ges.htm>
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (s. d.b). Nos cibles de réduction d'émissions de GES. Repéré à <http://www.cgfv.gouv.qc.ca/changementsclimatiques/engagement-quebec.asp>

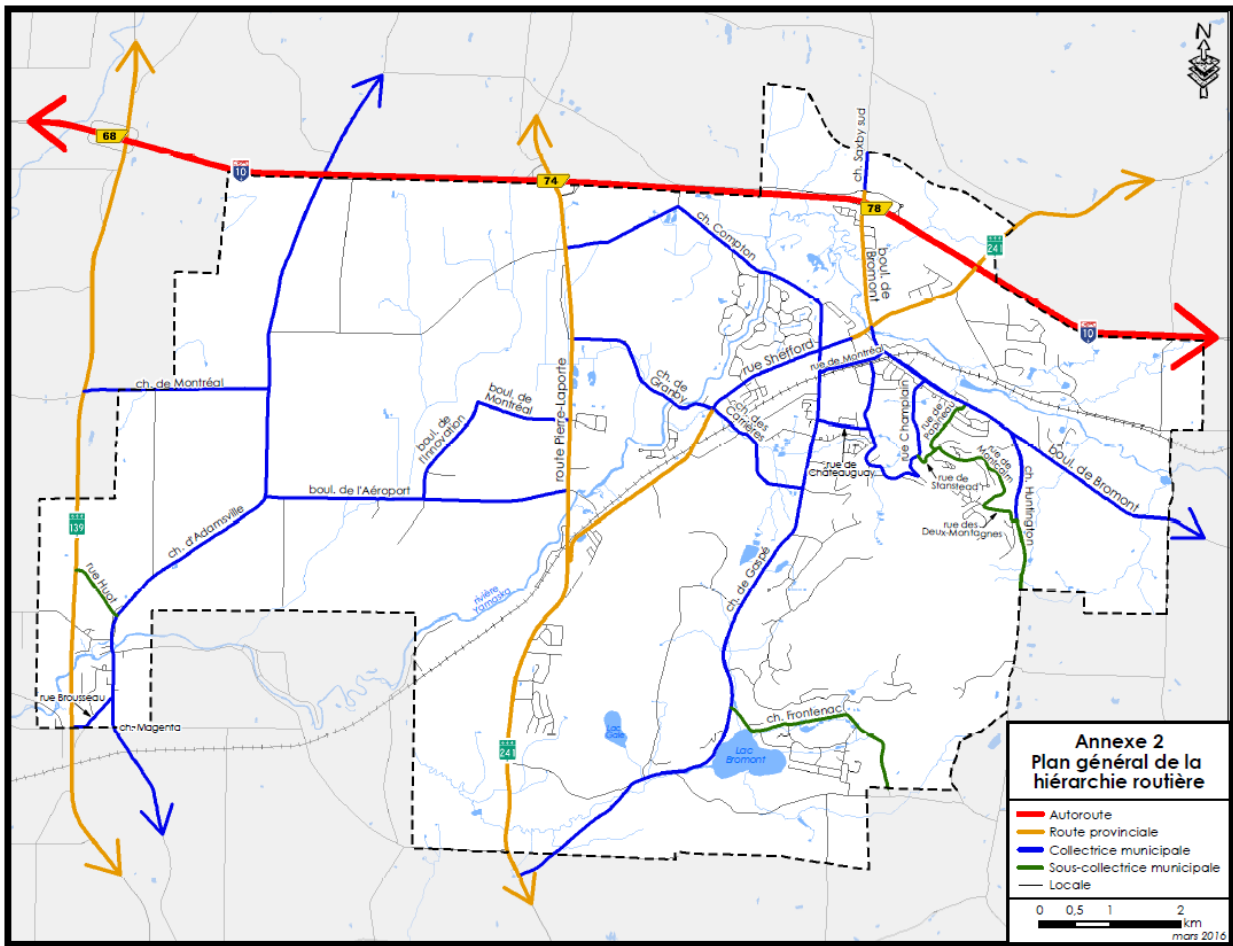
- Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT). (2011). *Guide à l'intention des élus concernant les infrastructures municipales*. Repéré à https://www.mamh.gouv.qc.ca/fileadmin/publications/infrastructures/documentation/guide_infra_elus.pdf
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) et Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT). (2014). *Guide de gestion des eaux pluviales*. Repéré à <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/pluviales/guide.htm>
- Mon Climat, Ma Santé. (s.d.). Îlots de chaleur. Repéré 13 mars 2019, à <http://www.monclimatmasante.qc.ca/ilots-de-chaleur.aspx>
- National Association of City Transportation Officials (NACTO) et Global Designing Cities Initiative (GDCI). (2016). *Global street design guide*. Washington Covelo London: Island Press.
- National Association of City Transportation Officials (NACTO). (2017). *Urban Street Stormwater Guide*. Repéré à https://doi.org/10.5822/978-1-61091-814-5_2
- National Association of City Transportation Officials (NACTO). (s. d.). Site internet repéré à <https://nacto.org/>
- Newman, P., Beatley, T. et Boyer, H. (2017). *Resilient Cities: Overcoming Fossil Fuel Dependence*. Repéré à <https://link.springer.com/openurl?genre=book&isbn=978-1-61091-871-8>
- Observatoire de néologie du Québec. (2011). Fiche terminologique : biorétention. *Le grand dictionnaire terminologique*. Repéré à http://www.granddictionnaire.com/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=26511783
- Observatoire national sur les Effets du Réchauffement Climatique (ONERC). (2010). Villes et adaptation au changement climatique. Repéré à https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/ONERC_Rapport_2010_villes_et_adaptation.pdf
- Office québécois de la langue française. (1998). Fiche terminologique : route collectrice. *Le grand dictionnaire terminologique*. Repéré à http://www.granddictionnaire.com/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=1299935
- Office québécois de la langue française. (2017a). Fiche terminologique : mobilité durable. *Le grand dictionnaire terminologique*. Repéré à http://www.granddictionnaire.com/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=26506642
- Office québécois de la langue française. (2017b). Fiche terminologique : mobilité durable. *Le grand dictionnaire terminologique*. Repéré à http://www.granddictionnaire.com/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=26542265
- Organisation de coopération et de développement économiques (OECD). (2012). Perspectives de l'environnement de l'OCDE à l'horizon 2050 : Les conséquences de l'inaction. Paris : OECD.
- Organisation des Nations unies (ONU). (2014, 10 juillet). Plus de la moitié de la population mondiale vit désormais dans des villes — ONU. ONU DAES | Nations Unies Département des affaires économiques et sociales. Repéré 23 janvier 2019, à <https://www.un.org/development/desa/fr/news/population/world-urbanization-prospects.html>
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS). (s.d.). La sédentarité : un problème de santé publique mondial. WHO. Repéré à https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_inactivity/fr/

- Poitras, C. (2015). *La ville en mouvement : les formes urbaines et architecturales du système automobile, 1900-1960*. Québec, Québec : Centre interuniversitaire d'études québécoises (CIEQ). Repéré à http://epe.lac-bac.gc.ca/100/200/300/cieq/chantiers_atlas/ISBN978-2-921926-51-5.pdf
- Richardson, G. R. A. (2010). *S'adapter aux changements climatiques : Une introduction à l'intention des municipalités canadiennes*. Ottawa, Ontario : Ressources naturelles Canada. Repéré à https://www.rncan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/mun/pdf/mun_f.pdf
- Sadeghi, A. R., Panahi, N. et Ravaei, A. R. (2018). Sustainable urban development through complete street policy implementation. *International Journal of Human Capital in Urban Management*, (2). doi:10.22034/ijhcum.2018.02.06
- San Francisco Planning Department. (2010). *Guide to the San Francisco Better Streets Plan*. Repéré à https://sfplanning.org/sites/default/files/archives/BetterStreets/docs/Guide_to_BSP.pdf
- Simard, M. (2014). Étalement urbain, empreinte écologique et ville durable. Y a-t-il une solution de rechange à la densification ? *Cahiers de géographie du Québec*, 58 (165), 331. doi:10.7202/1033008ar
- Smart Growth America. (s. d.). Site internet repéré à <https://smartgrowthamerica.org/>
- Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ). (s. d.). *Bilan routier 2017*. Repéré à <https://saaq.gouv.qc.ca/fileadmin/documents/publications/bilan-routier-2017.pdf>
- Société québécoise de phytotechnologie. (2018). *Les aires de biorétentions*. Repéré à http://www.phytotechno.com/wp-content/uploads/2018/04/Fiche-bior%C3%A9tention-finale_LHEb-ilovepdf-compressed.pdf
- Statistique Canada. (2017). Bromont, V [Subdivision de recensement], Québec et Brome-Missisquoi, MRC [Division de recensement], Québec (tableau). Profil du recensement, Recensement de 2016, produit n° 98-316-X2016001 au catalogue de Statistique Canada. Ottawa. Diffusé le 29 novembre 2017. Repéré à <https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/prof/details/page.cfm?Lang=F&Geo1=CSD&Code1=2446078&Geo2=CD&Code2=2446&Data=Count&SearchText=bromont&SearchType=Begins&SearchPR=01&B1=All&TABID=1>
- Statistique Canada. (2018). Enquête sur les infrastructures publiques essentielles du Canada : actifs routiers, et actifs routiers sous forme de ponts et de tunnels, 2016. Repéré à <https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/180824/dq180824a-fra.pdf>
- St-Laurent, J. et Dumont, A. L. (s. d.). *Gestion des eaux pluviales et phytotechnologies : un défi incontournable : Le grand projet de la rue Saint-Maurice*. Ville de Trois-Rivières. Repéré à http://www.arevq.ca/bulletin/docs/TR_presentation-rue-saint-maurice.pdf
- Stone, B. (2012). *The city and the coming climate: climate change in the places we live*. New York : Cambridge University Press.
- Tardif, B., Lavoie, G. et Lachance, Y. (2005). Atlas de la biodiversité du Québec. Les espèces menacées ou vulnérables. Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du développement durable, du patrimoine écologique et des parcs, Québec. 60 p.
- Université de Montréal. (s. d.). Projet Darlington. Repéré à <https://durable.umontreal.ca/biodiversite/milieux-de-vie/projet-darlington/>

- Versini, P.-A. (2017). Infrastructures bleues et vertes Outils d'adaptation au changement global en milieu urbain. *Techniques de l'ingénieur Analyses dans l'environnement : méthodologies, base documentaire* : TIB382DUO.(ref. article : p4260). Repéré à <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/mesures-analyses-th1/analyses-dans-l-environnement-methodologies-42382210/infrastructures-bleues-et-vertes-p4260/>
- Ville de Bromont. (2012). *Plan de développement durable*. Repéré à http://www.bromont.net/wp-content/uploads/2018/05/03_PlanDD-Final-Bromont.pdf
- Ville de Bromont. (2017a). Guide de conception et de préparation de projets en infrastructures. Règlement 2017-12-828
- Ville de Bromont. (2017b). *Plan d'urbanisme*. Repéré à http://www.bromont.net/wp-content/uploads/2018/05/PU_basse-r%C3%A9solution.pdf
- Ville de Bromont. (2017c). Programme particulier d'urbanisme (PPU) du quartier durable du centre-ville
- Ville de Bromont. (2017d). *Règlement de lotissement*. Repéré à http://www.bromont.net/wp-content/uploads/2014/10/1038-2017_Lotissement_06_02_2017.pdf
- Ville de Bromont. (2017e). *Règlement de zonage*. Repéré à <http://www.bromont.net/wp-content/uploads/2014/04/Zonage-1037-2017-codifi%C3%A9.pdf>
- Ville de Bromont. (2017f). *Règlement relatif aux plans d'implantation et d'intégration architecturale* (PIIA). Repéré à http://www.bromont.net/wp-content/uploads/2014/10/1039-2017_PIIA_03_04_2017.pdf
- Ville de Candiac. (2015). Guide d'aménagement pour des quartiers viables. Repéré à https://candiac.ca/fr/110/Guide-quartiers_viables
- Ville de Montréal. (2019). *Infrastructures vertes sur l'avenue Papineau : Projet pilote en gestion écologique des eaux pluviales*. Repéré à http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/TRANSPORTS_FR/MEDIA/DOCUMENTS/PAPIN_EAU_2019-02-15_R00_WEB.PDF
- Ville de Trois-Rivières. (s. d.) Le grand projet de la rue Saint-Maurice. Repéré à <http://www.v3r.net/services-au-citoyen/environnement/lutte-aux-changements-climatiques/le-grand-projet-de-la-rue-saint-maurice#principales-ameliorations-suite-aux-travaux>
- Vivre en Ville et Équiterre. (2017). *Pour un Québec leader de la mobilité durable : L'urgence d'agir pour dépasser la dépendance à l'automobile*, mémoire présenté dans le cadre de la consultation sur la Politique de mobilité durable. 48 p. Repéré à https://vivreenville.org/media/571643/venv-equiterre_2017_politiquemobilitedurable-memoire.pdf
- Vivre en Ville. (2014a). Objectif écoquartiers : Principes et balises pour guider les décideurs et les promoteurs. 64 p. Repéré à https://vivreenville.org/media/286119/venv_2014_objectifecoquartiers.pdf
- Vivre en Ville. (2014b). *Retisser la ville, [ré]articuler urbanisation, densification et transport en commun*. Québec : Vivre en ville.
- Vivre en Ville. (2015). *De meilleures villes pour un meilleur climat*. Coll. « L'Index », 32 p. Repéré à https://vivreenville.org/media/437648/vev_201512-meilleuresvillesmeilleurclimat.pdf

- Vivre en Ville. (2017). *Sécurité routière: Faire du Québec un leader*. Présenté au ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports et à la Société de l'assurance automobile du Québec dans le cadre de la Consultation publique sur la sécurité routière. Repéré à https://vivreenville.org/media/511161/venv_2017_securiteroutiereqcleader_consultations-memoire.pdf
- Whitmore, J. et Pineau, P.-O. (2018). *État de l'énergie au Québec 2018*. Chaire de gestion du secteur de l'énergie, HEC Montréal, décembre 2017. Repéré à http://energie.hec.ca/wp-content/uploads/2017/12/EEQ2018_WEB-FINAL.pdf
- Wilkerson, M. L., Mitchell, M. G. E., Shanahan, D., Wilson, K. A., Ives, C. D., Lovelock, C. E. et Rhodes, J. R. (2018). The role of socio-economic factors in planning and managing urban ecosystem services. *Ecosystem Services*, 31, 102-110. doi:10.1016/j.ecoser.2018.02.017
- Yagouti, A., Boulet, G., Vincent, L., Vescovi, L. et Mekis, É. (2008). Observed changes in daily temperature and precipitation indices for southern Québec, 1960–2005. *Atmosphere-Ocean*, 46(2), 243-256. doi:10.3137/ao.460204

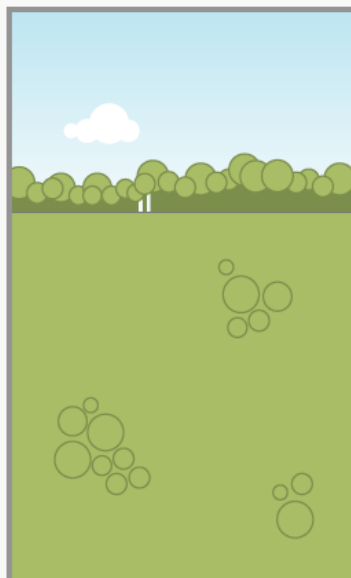
ANNEXE 1 : PLAN GÉNÉRAL DE HIÉRARCHIE ROUTIÈRE DE LA VILLE DE BROMONT (tiré de : Ville de Bromont, 2017a)



ANNEXE 2 : FICHE DESCRIPTIVE DE L'AIRE DE PAYSAGE PDA10 PRIORITAIRE (tiré de : Ville de Bromont, 2017b, p. 73-74)

PDA10 PRIORITAIRE

1/2



A-Les caractéristiques de l'aire de paysage

Les zones prioritaires ciblées sont: Champlain, Lotbinière, Shefford, Natura et Soulanges. Dans un contexte de croissance de la ville, elles seront les premières zones à accueillir un développement résidentiel afin de consolider l'urbanisation de la ville. La planification du développement de ces secteurs doit se faire par une approche intégrée de design avec la collaboration d'architectes, d'architectes du paysage, d'ingénieurs, d'urbanistes et de professionnels en environnement. L'équipe pluridisciplinaire devra travailler avec les professionnels de la municipalité pour présenter au conseil municipal des projets innovateurs atteignant les objectifs de développement durable de Bromont. La réglementation normative sera réduite le plus possible pour ces secteurs afin de permettre une flexibilité pour faciliter leur mise en œuvre. L'encadrement et les modifications des plans d'ensemble de ces projets seront possibles par les outils discrétionnaires, tel le PLIA, en évitant pour le promoteur d'avoir à obtenir une approbation pour chaque nouvelle construction.

B-Les objectifs d'aménagement de l'aire de paysage

Intégrer de nouvelles pratiques dans les domaines de l'architecture et de l'aménagement des terrains

Assurer l'intégration des milieux naturels dans un contexte de développement

Proposer plusieurs types d'habitation pour répondre à une clientèle variée en évitant des contrastes de volume trop importants qui ne s'harmonisent pas avec les résidences unifamiliales typiques des aires de paysage périurbaines

C-Les activités

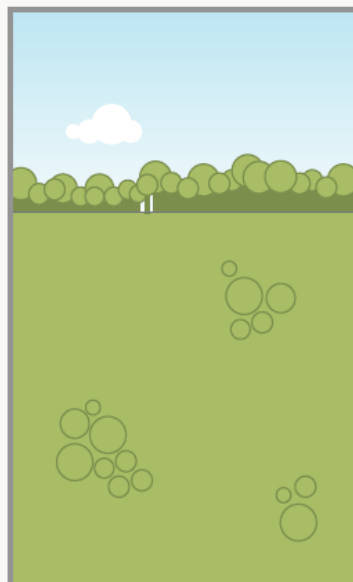
<i>Dominante</i>	Habitation unifamiliale, bifamiliale, trifamiliale et multifamiliale
<i>Autres</i>	Récréation Bureaux en usage accessoire Commerces de proximité Institutionnel

D-La densité brute

<i>Minimale</i>	10 logements par hectare
<i>Maximale</i>	20 logements par hectare

E-Terrain suggéré pour un bâtiment principal

<i>Superficie minimale suggérée</i>	Adapté au projet tout en préservant minimalement 25 % de couvert végétal
<i>Frontage suggéré</i>	Adapté au projet



F-L'architecture

Type architectural dominant	Architecture dont le concept a été développé par un architecte pour le projet
Ouverture	Accès vers l'extérieur (balcon, terrasse, toit, cour) pour tous les logements
Matériaux suggérés	Matériaux sains, de qualité et locaux de préférence, recyclés, récupérés et recyclables
Énergie	Réduction des besoins en énergie en misant sur l'énergie passive
Enveloppe	Conception d'une enveloppe performante (isolante et étanche)
Sonorité	Insonorisation maximale des logements
Ventilation	Utilisation de techniques de ventilation naturelles
Éclairage	Éclairage naturel maximisé
Accessibilité	Accessibilité universelle

G-L'aménagement paysager privé

Stationnement	Les ratios peuvent être diminués et les aires de stationnement peuvent être regroupées dans un même secteur. L'utilisation de matériaux perméables pour une gestion optimale des eaux pluviales est suggérée
Plantation	Espèces indigènes

H-Le domaine public

Trame de rue	La trame de rue favorise un ensoleillement maximal des propriétés
Mobilier urbain	Insertion de mobilier de qualité favorisant l'animation et la convivialité
Lien piéton	Élargissement des trottoirs pour favoriser les déplacements faciles et sécuritaires
Lien cyclable	Augmentation du nombre de kilomètres de pistes cyclables en chaussée désignée et en site propre
Réseau d'utilité public	Réseaux souterrains favorisés pour les projets dont la densité brute excède 20 logements par hectare
Type de parcs	Insertion et distribution stratégique des espaces publics et privés
Autres	Apaisement de la vitesse de la circulation
	Renaturalisation des berges si présence d'un cours d'eau
	Limitation de toute forme d'urbanisation dans les milieux naturels
	Plantation d'arbres et aménagements dans les emprises de la rue

I-Mention spéciale

Certaines portions des terrains prioritaires sont adjacents à des routes à débits journaliers élevés. Ces zones, peu propices au développement résidentiel, seront commerciales afin d'être conformes aux orientations régionales.